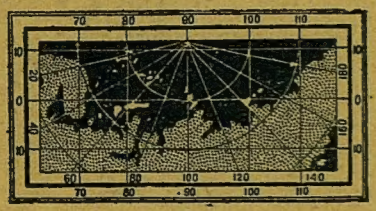
ГИДРОГРАФИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЛАВСЕВМОРПУТИ ПРИ СНК СССР

С 551
С 281..

СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ

СБОРНИК СТАТЕЙ ПО ГИДРОГРАФИИ И МОРЕПЛАВАНИЮ



XVII

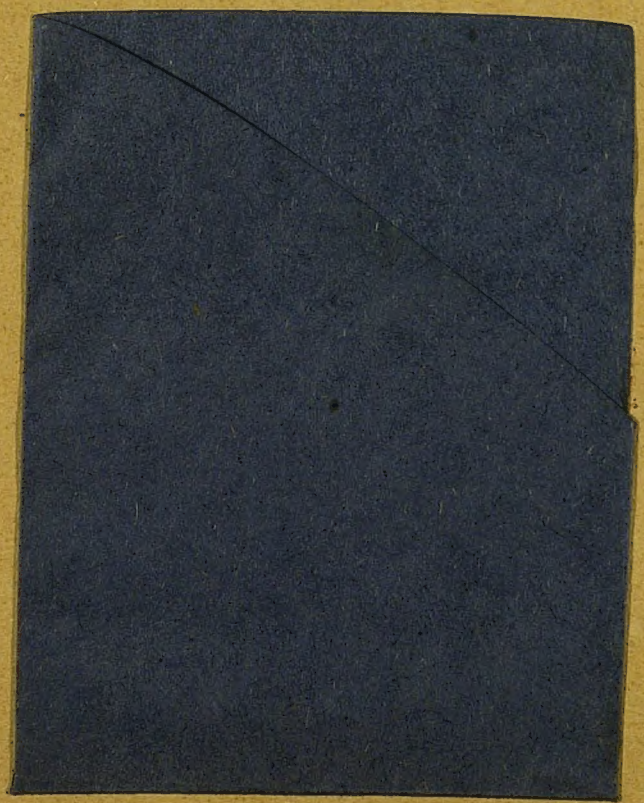
ИЗДАТЕЛЬСТВО ГЛАВСЕВМОРПУТИ • ЛЕНИНГРАД • 1941 • МОСКВА

148928.

КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ
указанного здесь срока

Колич. предыд. выд

Зак. 594



ГИДРОГРАФИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЛАВСЕВМОРПУТИ ПРИ СНК СССР

С551
С281

СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ

СБОРНИК СТАТЕЙ
ПО ГИДРОГРАФИИ И МОРЕПЛАВАНИЮ

XVII

Архангельская
Областная
БИБЛИОТЕКА
им. Н. А. Добролюбова

1941

1955

1966 г.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ГЛАВСЕВМОРПУТИ
ЛЕНИНГРАД 1941 МОСКВА

551

Ответственный редактор *К. С. Галанин.*
Редколлегия:
Я. К. Смирницкий, В. И. Сухоцкий, П. А. Красильников, Н. Н. Алексеев,
Д. К. Шереметьев, Д. В. Тарбеев.

1995

2010

2002

Нейтрализация
2010 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Научный отдел Стр.

Памяти Я. К. Смирницкого 5

В. И. Воробьев. О координировании промера открытого моря по веховой опоре 7

В. Л. Цуриков. О методах вычисления величин, характеризующих скорость роста ледяного покрова 18

Н. А. Фохт. Определение места корабля в море по одиночному наблюдению светила 26

В. П. Орлов. Приспособление котелка для абсолютных магнитных определений в Арктике 42

К. К. Дерюгин. К вопросу о методике наблюдений над приливами с борта судна 45

В. И. Сухоцкий. О важных изменениях на картах и навигационных руководствах по району Севморпути, изданных к навигации 1940 года 52

Д. Н. Преображенский и С. А. Мещеряков. Из истории освоения радиоинтерференционного способа координации в Гидрографическом управлении Главсевморпути 59

И. М. Рогачев. Краткий обзор магнитных определений, произведенных экспедициями и отрядами Гидрографического управления Главсевморпути с 1933 по 1939 год 75

Научная хроника и заметки

Г. П. Колесников. Приведение углов, измеренных секстаном, к горизонту . . 82

Г. П. Колесников. Стабилизация скорости исполнительного мотора магнитострикционного эхолота 84

Н. Н. Алексеев. Несколько замечаний об ездовых собаках 86

Н. Н. Алексеев. Эхо-навигация 90

Г. П. Колесников. Загадка происхождения Гыданского залива 92

Л. Кущ. „Планширный лаг" 94

С. А. Бузо. Циркуль-координатор 96

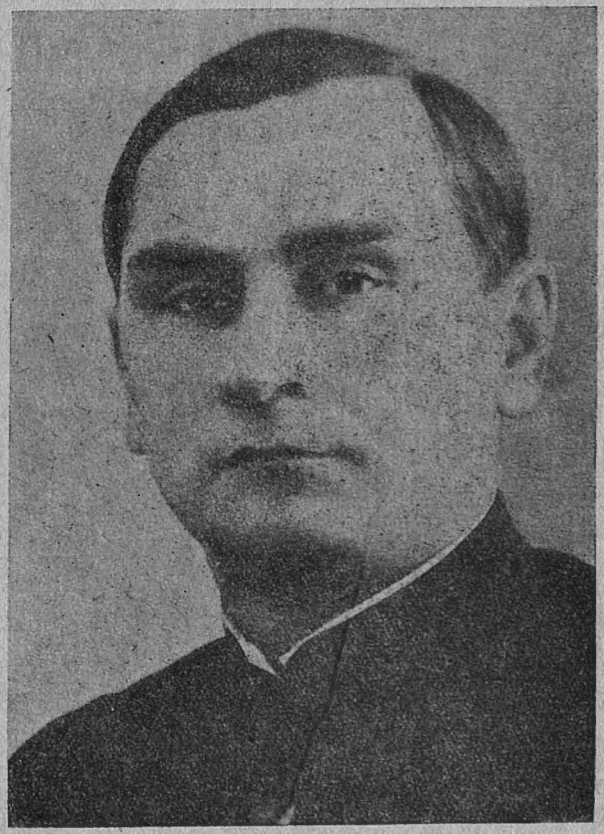
Библиография

Н. Н. Алексеев. Средний момент в аэро-астрономии 102

И. М. Рогачев. О статье академика А. Н. Крылова „Возмущения показаний компаса, происходящие от качки корабля на волнении" 102

ПАМЯТИ
ЯКОВА КОНСТАНТИНОВИЧА СМИРНИЦКОГО

На трудовом посту, при исполнении служебных обязанностей погиб заместитель начальника Гидрографического управления Главсевморпути и член редакционной коллегии сборника „Северный морской путь“ Яков Константинович Смирницкий.



По окончании Военно-морского училища им. М. В. Фрунзе в 1928 г. Яков Константинович был назначен на работу в отдельный гидрографический отряд Финского залива. Здесь, на практической работе, он быстро обнаружил свои знания и организационные способности и за короткое время был выдвинут на должность начальника партии.

Не довольствуясь теми знаниями, которые он получил, Яков Константинович с присущим ему упорством обогащал их путем систематических занятий на курсах и самообразованием. Это обратило на себя внимание

командования, и в 1932 г. Яков Константинович был командирован в Военно-морскую академию им. т. Ворошилова.

Будучи в академии, Яков Константинович, как человек трудолюбивый, любознательный и одаренный, по академической успеваемости всегда был в первых рядах.

В состав Гидрографического управления Главсевморпути Яков Константинович вступил в 1935 г. и был назначен начальником отдельной гидрографической партии, производившей работы в районе Новой Земли. В следующем, 1936 г. Яков Константинович провел большую работу в проливе Дм. Лаптева. В 1937 г. он возглавлял гидрографический отряд на г/с „Вест", где энергично принялся за освоение нового метода координирования промера, основанного на применении радиодальномеров.

В 1938 г. Яков Константинович был выдвинут на руководящий пост начальника гидрографического сектора (позже—отдела).

В 1939 г., будучи назначен на должность заместителя начальника Гидрографического управления Главсевморпути по научно-производственной части, Яков Константинович вместе с тем в навигационный период 1939 и 1940 гг. возглавлял одну из крупных экспедиций управления, производившую гидрографические работы.

За все время работы Якова Константиновича в Гидрографическом управлении не было ни одного научно-технического вопроса или мероприятия, в разрешении которых он не принял бы участия.

Особенно ценную работу Яков Константинович провел в период 1938—1939 гг., когда после смены руководства Гидрографического управления был произведен ряд организационных и технических мероприятий, направленных к более совершенному и скорейшему освоению Северного морского пути.

В этот период Яков Константинович развернул все свои способности организатора и руководителя. Реорганизация аппарата, пересмотр методических и технических требований к гидрографическим работам, составление плана гидрографических работ на третью сталинскую пятилетку, составление инструкций, наставлений и норм, разработка и внедрение новой техники, подготовка кадров и т. п.—все эти вопросы были разрешены при участии и под руководством Якова Константиновича.

Яков Константинович был членом Редакционной коллегии сборника „Северный морской путь", и не было почти ни одной статьи, с которой бы не ознакомился Яков Константинович прежде ее опубликования в сборнике. Будучи сторонником новой техники и внедрения ее в гидрографические работы, Яков Константинович опубликовал в VII и VIII выпусках нашего сборника свою статью „Радиогидроакустический способ координирования при гидрографических работах в море".

Неожиданная смерть Якова Константиновича явилась для всего коллектива работников Гидрографического управления Главсевморпути жестоким ударом, и полярная гидрография в его лице понесла большую утрату.

Ушел из жизни, в расцвете сил, прекрасный организатор, талантливый гидрограф, чуткий и отзывчивый товарищ и весьма одаренный человек, не успевший довести до конца энергично начатое им дело на пользу нашей социалистической родины.

НАУЧНЫЙ ОТДЕЛ

В. И. ВОРОБЬЕВ

О КООРДИНИРОВАНИИ ПРОМЕРА ОТКРЫТОГО МОРЯ ПО ВЕХОВОЙ ОПОРЕ

Среди различных методов координирования морского промера в условиях гидрографических работ на Северном морском пути особое значение имеет способ постановки опорных вех на воде с привязкой к ним галсов систематического или рекогносцировочного промера. Рекомендованные лоцией и подлежащие подробному гидрографическому обследованию морские пути по трассе пролегают почти исключительно по мелководью, от юго-западной части Карского моря до Берингова пролива, нигде не выходя за пределы материковой отмели. Почти на всем протяжении этого пути глубины настолько незначительны (обычно не свыше 20—40 м), что постановка вех не представляет особых затруднений с точки зрения морской практики. У Западнотаймырского побережья, в проливе Вилькицкого и на подходах к проливу с запада и востока глубины возрастают до 50—100 м. Постановка здесь вех трудно осуществима, но надо заметить, что выставлять их в этом районе нецелесообразно из-за значительной ледовитости района, обусловленной кратковременностью очищения района от дрейфующих льдов. Значительные же площади морей Карского, Лаптевых, Восточносибирского по своим малым глубинам и, вместе с тем, по достаточной продолжительности свободного от льда навигационного периода представляют, по целому ряду соображений, много преимуществ именно веховому способу координирования морского промера. Такова широкая полоса Карского моря вдоль западных берегов Ямала, включая Байдарацкую губу, весь обширный Обь-Енисейский район с прилегающим к нему с севера, вплоть до 75—76-ой параллели мелководьем, почти вся южная часть моря Лаптевых, к югу от 74-ой, а местами и 75-ой параллели, проливы Новосибирских островов с подходами к ним — в особенности пролив Дм. Лаптева и район восточнее пролива Санникова, затем прибрежная полоса Восточносибирского моря шириной в несколько десятков миль.

Веховая опора промера не требует капитального стационарного оборудования в виде радиодальномерных, радиопеленгаторных или радиогидроакустических установок или больших и далеко видимых знаков; такое фундаментальное гидрографическое оборудование района, хотя и обеспечивает, на базе новейшей техники, более точное координирование промера, но далеко не всегда возможно по организационно-техническим причинам или по недостатку времени и часто оказывается нерентабельным. Между тем веховое обоснование промера, имея в виду не сложную сеть буев или вех (триангуляцию на воде), а облегченную опору из полигона связанных между собою вех, или одну-две линии вех, или даже несколько отдельных вех, — такое обоснование по своей простоте и быстроте постановки, легко осуществляемой с небольших гидрографических судов, дает во многих случаях столь значительные оперативные преимущества,

что является единственным вполне рациональным и соответствующим цели, силам и средствам способом координирования промера.

Дрейфующий лед и штормовые погоды — вот главные „враги„ веховой опоры промера, но с этими, а также со многими другими трудностями приходится встречаться и при других методах координирования гидрографических работ.

Веховое обоснование ставится непосредственно в районе морского промера, не требуя береговых работ по созданию опоры или по установке определяющих (радиодальномерных и других) станций; оно менее связывает судно с необходимостью выполнять промер в определенном, строго намеченном районе, позволяя, в силу ледовых и прочих условий, изменить район и подробность промера. Такая облегченная веховая опора может быть, при необходимости, убрана и перенесена в другой район, без большой затраты времени и средств, и — даже если вехи придется бросить — это не влечет особой потери, ввиду несложности материальной базы. В частности, при окончании промера, в позднее осеннее время нет необходимости убирать вехи, используя редкие дни благоприятной погоды; такие дни рациональнее потратить на промер, поскольку один рабочий день может окупить всю (сравнительно невысокую) стоимость вехового оборудования района.

В существующих руководствах, а также в инструкциях и наставлениях по производству гидрографических работ — методы производства облегченного систематического промера открытого моря с опорой на вехи почти вовсе не затронуты. Некоторые методические указания по этому вопросу изложены нами в „Наставлении по промеру“ (изд. Г. У. Главсевморпути 1939 и 1940 гг.).

В настоящей статье затронуты некоторые нерассмотренные в „Наставлении по промеру“ вопросы, касающиеся планирования веховой опоры и точности координирования промера открытого моря на веховом обосновании.

Исходными данными для планирования веховой опоры промера открытого моря являются:

1) площадь моря, охватываемая промером, длина параллельных галсов и междугалсовое расстояние;

2) точность и метод определения координат опорных вех;

3) материальная база, имеющаяся для обоснования промера: число вех, наличие приборов, позволяющих вести точное счисление и повысить качество обсерваций, а также время, которое может быть выделено на производство промера;

4) местные особенности района промера — ледовые условия, течения постоянные, дрейфовые, приливо-отливные и их изученность.

Те опорные промерные вехи, определение координат которых производится по независимым друг от друга (самостоятельным) и полным наблюдениям — астрономическим, радионавигационным и др., — называются основными, или фундаментальными. Между этими вехами увязывается линия или замкнутый полигон других промерных вех. Основные вехи могут находиться и в середине линии вех или в одном из ее краев, в зависимости от схемы веховой опоры и местных условий.

Обсервация основных вех выполняется с точностью, необходимой и достаточной для определения географических координат всего вехового полигона. Точность определения основных вех позволяет судить о величине абсолютной ошибки в координатах глубин произведенного промера, увязанного между основными вехами.

Ошибка в определении координат основной вехи влечет за собой смещение (соответственное) всей линии вех или вехового полигона. При промере в открытом море точное знание географического положения основной вехи является менее важным, чем надежная и жесткая взаимная

связь всего вехового полигона, позволяющая покрыть обследуемый район правильной, равномерно расположенной сетью промерных галсов должной подробности.

Основной целью промера значительных площадей открытого моря в условиях Северного морского пути является обследование безопасных в навигационном отношении путей для морских переходов, а также выявление промером отличительных глубин, отмелостей и отдельных участков, подлежащих обследованию подробным промером. Поэтому важнейшим условием для производства систематического промера открытого моря является создание такой опорной сети, которая позволяла бы осуществить намеченную схему галсов, обеспечивала соблюдение заданного, в зависимости от рельефа, междугалсового расстояния и давала возможность определить положение пройденного галса с допустимым незначительным отклонением от действительного его положения.

Места, в которых должны быть выставлены основные обсервованные вехи, назначаются в таких пунктах промерного района и вехового полигона, чтобы по всему району была достигнута соответствующая подробность промера, относительная точность взаиморасположения галсов и, вместе с тем, абсолютная ошибка в географических координатах границ промерного района не превышала бы допустимых пределов. Для достижения первой, важнейшей цели—правильного и систематического расположения галсов, кроме рационально намеченных основных вех, должен быть выставлен веховой полигон или линия вех, обеспечивающих соблюдение указанного выше условия.

Простейшим обоснованием для систематического облегченного промера сравнительно небольших (до 1000 кв. миль) площадей открытого моря — является одна основная веха, определяемая радионавигационными, астрономическими или комбинированными способами обсерваций и выставляемая примерно в центре обследуемого района. Промер выполняется галсами, привязываемыми к этой вехе, причем галсы могут располагаться или р а д и а л ь н о (так, чтобы на некотором или в наибольшем удалении от вехи расстояние между соседними галсами равнялось заданному в соответствии с рельефом дна), или п а р а л л е л ь н о друг другу с привязкой к вехе по траверзным расстояниям (расстояние определяется с помощью дальномера, по крюйс-пеленгу или непосредственным пробегом до вехи от траверза на каждом галсе).

Такая упрощенная (из одной вехи) опора морского промера, также как и одна линия вех, связанных между собой контрольными пробегами по лагу, без наличия второй, независимо определенной основной вехи или линии вех не дает возможности обнаружить систематическую ошибку в учете пройденного расстояния (неверность поправки лага) и постоянную, действующую с одним знаком на всех курсах, ошибку в определении истинного направления галса (неверность поправки компаса, происходящая от неправильности принятой величины склонения или от возможного смещения курсовой черты компаса относительно диаметральной плоскости судна и т. д.). Систематическая ошибка в учете по галсу расстояния не обнаруживается и, следовательно не может быть учтена при опоре промера на одну веху, так как в данном случае такая ошибка вызовет лишь изменение „масштаба“ промера, т. е. удлинение или укорочение галсов и междугалсовых расстояний против их действительной величины. Так, например, если неизвестная нам величина поправки лага (или систематическая, с одним знаком, ошибка в измерении пройденного расстояния) равна — 20%, то судно, вместо того чтобы пройти 10 миль по галсу в одном направлении от вехи, затем перейти на 4 мили на другой галс и вернуться 10-мильным обратным галсом к той же вехе, фактически пройдет от вехи лишь 8 миль, перейдет на 3,2 мили на другой, обратный галс и, снова пройдя 8 миль, вернется к вехе без невязки.

Пропорциональное уменьшение таких замкнутых на одну точку галсов не будет обнаружено, но фактически обследованная промером площадь будет отличаться от показанной на отчетном планшете. Если галсы опираются на одну линию промерных вех, то при наличии систематической ошибки в учете пройденного расстояния будут получаться незначительные систематические невязки, малые по сравнению со случайными ошибками на каждом галсе, а потому не могущие быть обнаруженными (схема рис. 1).

Во избежание этой систематической, не обнаруживаемой при такой опоре, ошибки — необходимо в данном случае обращать особое внимание на тщательное определение поправки лага или, при плавании без лага, на более точный (и, главное, свободный от систематических ошибок) учет пройденного расстояния (по оборотам машин, поплавкам и т. д.).

Рис. 1.

Получаемая при подходе к одной основной вехе (или к одной опорной линии вех) невязка не характеризует действительной точности счисления на галсе, поскольку не исключается систематическая ошибка в расстоянии (лаг) и в направлении (компас). Если весь выполняемый за навигационный период судовой промер опирается на одну линию связанных взаимно вех, то для уменьшения (а при хорошей работе приборов — для исключения) влияния систематической ошибки в учете пройденного расстояния необходимо, как минимум, определять поправки лага или контролировать принятый метод определения скорости хода три раза за рабочий сезон, а именно: непосредственно перед началом промерных работ, в середине периода промера и непосредственно по окончании промерных работ.

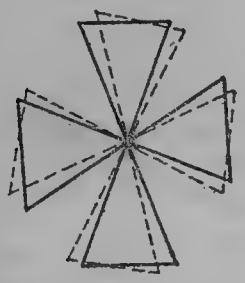


Рис. 2.

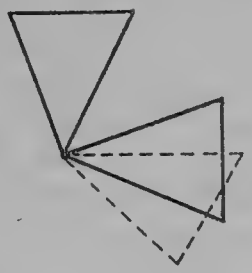


Рис. 3.

Рис. 4.

Систематическая, действующая на всех курсах в одну сторону (с одним знаком) ошибка в определении истинного курса повлечет за собою, при выполнении промера радиальными галсами от одной вехи, одностороннее смещение галсов, так что концы галсов расположатся на той же окружности, описанной от вехи, как из центра, радиусом, равным длине галса. Если такая ошибка будет на всех радиальных галсах, то систематичность промера не нарушится и обследование района промером надлежащей подробности будет выполнено, но произойдет смещение в положении глубин, возрастающее по мере удаления от вехи, и в результате такой промер исказит действительное положение линий равных глубин и покажет неверные границы и очертания навигационных опасностей (рис. 2).

При наличии систематической ошибки в определении курса на отдельных участках района промера, опирающегося на центральную веху, или в отдельные периоды промера (что может произойти от появления четвертной или постоянной девиации, вследствие перемещения железных масс вблизи компаса) — угловое смещение части галсов поведет к неравно-

мерному покрытию района промером и к образованию непромеренных секторов (рис. 3). Когда промер опирается на одну линию вех, систематическая ошибка в направлении галсов не будет обнаружена, так как на прямом и обратном курсах уклонения действительного курса в сторону от намеченного (а следовательно и от проложенного на планшете) — компенсируются и судно придет к линии вех с незначительной систематической невязкой, установить которую практически невозможно из-за случайных ошибок счисления (рис. 4).

При наличии систематической ошибки курса положение глубин на конечных, отдаленных от вех частях галсов повлечет систематическое смещение линий равных глубин и изменит изображение подводного рельефа, не нарушая подробности промера. Появление систематической ошибки курса лишь на одном или нескольких смежных галсах вызовет несоответствие промера заданной подробности, и показанное на планшете междугалсовое расстояние фактически не будет выдержано.

Во избежание систематической ошибки курса необходимо обращать особое внимание на точное знание и на постоянный контроль общей поправки компаса при производстве промера по упрощенной основе из одной вехи или из одной линии вех. Допуски, позволяемые в других методах промера (приближенный курс на прибрежном промере французским способом), где компас служит преимущественно для ориентировки рулевого, — поведут к существенному снижению качества морского промера. На морском промере необходимо возможно чаще и тщательнее определять общую поправку компаса по пеленгу (азимуту) светил, так как расчет общей поправки по склонению и девиации не даст уверенности в правильности поправки на данный момент, поскольку девиация определяется не часто и меняется с изменением магнитной широты. При определении общей поправки компаса по азимутам светил нужно следить за тем, чтобы:

1) курсовая черта главного компаса (диаметральная плоскость компаса) была параллельна диаметральной плоскости судна и, следовательно, поправка, определенная по пеленгу, действительно равнялась поправке на курс при ее определении и

2) проверять правильное положение частей пеленгатора, в особенности положение призмы, наклон которой вызывает изменение отсчета пеленга.

Обозначая: $\varepsilon_п$ — средняя квадратическая ошибка положения любой глубины по району промера,

$\varepsilon_к$ — средняя квадратическая ошибка определения координат основной вехи,

$\varepsilon_с$ — средняя квадратическая ошибка счисления на галсе от основной вехи до данной глубины,

имеем в общем случае $\varepsilon_п = \pm\sqrt{\varepsilon_к^2 + \varepsilon_с^2}$.

Для участка промера, непосредственно прилегающего к основной обсервованной вехе, положение глубин устанавливается в результате камеральной обработки промера наиболее точно, так как в данном районе $\varepsilon_с \simeq 0$ и $\varepsilon_п = \varepsilon_к$.

Планируя в каком-либо районе открытого моря производство систематического промера на веховой основе, следует, исходя из характера рельефа дна, навигационного значения района и из намеченной необходимой подробности промера, установить предельно допустимую величину $\varepsilon_п$ и сообразно этому наметить количество, местоположение основных вех и протяжение опирающихся на них галсов промера. Так же, наметив определенную, наиболее целесообразную по местным условиям и рациональную схему веховой опоры, можно рассчитать необходимую точность счисления, чтобы точность положения глубин соответствовала подробности промера.

Пример 1. Дано: площадь промера $50 \times 50 = 2500$ кв. миль, параллельные галсы через 3 мили, предельно допустимая величина $\varepsilon_п$ (ошибка в положении глубин) $\pm 1{,}5$ мили (половина расстояния между галсами). Точность обсервации основных вех $\pm 0{,}7$ мили, возможная ошибка в истинном курсе $\pm 2°$ (судно—моторно-парусный бот), возможная ошибка в учете пройденного расстояния $\pm 3\%$ (промер ведется на малом 3—4-узловом ходу, лот-рыбой, лаг работает не вполне удовлетворительно).

Расчет. Чтобы ошибка в положении глубин $\varepsilon_п$ не превысила $\pm 1{,}5$ мили, при точности исходных координат (основных вех) $\pm 0{,}7$ мили необходимо, чтобы ошибка счисления не превышала величины $\varepsilon_с = \pm\sqrt{\varepsilon_п^2 - \varepsilon_к^2} = \pm 1{,}3$ м. Эта ошибка $\varepsilon_с$ происходит из-за неточности счисления, ведущегося с уклонениями (в линейной мере) — $\varepsilon_δ$ по курсу и $\varepsilon_л$ по лагу, т. е. $\varepsilon_с = \pm\sqrt{\varepsilon_δ^2 \cdot \varepsilon_л^2}$. Выводим величину плавания (протяжения галса) S, при которой $\varepsilon_с$ достигнет величины $\pm 1{,}3$ мили.

$$1{,}3 \text{ м} = \pm\sqrt{\left(\frac{S \cdot 2}{57}\right)^2 + \left(\frac{S \cdot 3}{100}\right)^2},$$

отсюда $S = 28$ миль.

Следовательно, при удалении от основных вех на расстояние свыше 28 миль ошибка в положении глубин, происходящая от неточности счисления, т. е. $\varepsilon_с$ превысит допустимую предельную величину $\pm 1{,}3$ м.

Данным условиям удовлетворяет веховая опора, выставленная в виде линии вех вдоль середины района промера, причем все вехи должны иметь среднюю квадратическую ошибку в координатах не свыше $\pm 0{,}7$. Тогда на крайних участках галсов, в 25 милях от вех, ошибка в окончательном положении глубин составит

$$\varepsilon_п = \pm\sqrt{\varepsilon_к^2 + \varepsilon_с^2} = \pm\sqrt{\left(0{,}7\right)^2 + \left(\frac{25 \cdot 2}{57}\right)^2 + \left(\frac{25 \cdot 3}{100}\right)^2} = 1{,}4 \text{ м}.$$

Пример 2. Дано: основная веха установлена в центре промерного района; расстояние между галсами в крайнем поясе, удаленном на 20 миль от вехи, равно 2 милям; предельно допустимая величина относительной ошибки $\varepsilon_{от}$ положения глубин на двух соседних галсах—0,7 мили (средняя величина расстояния между действительным положением глубин на конце соседних галсов по отношению друг к другу и относительным положением тех же глубин по результатам прокладки промера).

Расчет. Так как относительная ошибка положения глубин на двух соседних галсах $\varepsilon_{от} = \varepsilon_с\sqrt{2}$, то остаточная ошибка счисления от основной вехи до концевой части галса $\varepsilon_с = \pm 0{,}5$ мили. Чтобы $\varepsilon_с$ не превысило этой предельно допустимой величины при счислении на расстоянии 20 миль от основной вехи, ошибка в положении удаленных глубин от неточности курса $\varepsilon_δ$ и ошибка в положении удаленных глубин от неточности лага $\varepsilon_л$ должны соответствовать формуле $\varepsilon_с = \pm\sqrt{\varepsilon_δ^2 + \varepsilon_л^2}$.

Отсюда, считая возможные линейные уклонения по курсу и расстоянию равновеликими, получаем $\varepsilon_δ^2 + \varepsilon_л^2 = 0{,}25$ м, откуда $\varepsilon_δ = \varepsilon_л = 0{,}35$ мили.

При расстоянии 20 миль уклонение в сторону от курса на 0,35 мили получится при ошибке курса 1°, а уклонение по пройденному расстоянию на 0,35 мили получится при ошибке в учете пройденного расстояния в 2 %. Эти величины, т. е. знание поправки компаса и удержание на курсе до 1° и знание поправки лага и учет расстояния с точностью до 2%, характеризуют необходимую точность счисления для достижения данных технических показателей промера.

Подсчеты, аналогичные приведенным в примерах 1 и 2, приводят к следующему:

Если морской промер имеет опору в виде:

1) одной, выставляемой в центре, вехи,

2) одной хорошо взаимно связанной линии вех, выставляемой вдоль средней оси района промера, и

3) береговой линии с опорными знаками, расположенной вдоль одного края района промера, то длина галсов, проходимых без определений (от вехи, от линии вех или от границы определений по береговым опорным точкам), не должна ни в коем случае превышать десятикратного расстояния между галсами. Только при таком ограничении длины галсов и при полном внимании к хорошей работе компаса и лага (т. е. при удовлетворительном учете курса и расстояния, обеспечивающем отсутствие систематических ошибок) точность положения глубин на удаленных от обсерваций частях галсов будет соответствовать подробности промера, т. е. относительная ошибка в положении глубин на соседних галсах будет меньше половины междугалсового расстояния.

Для суждения о точности результата морского промера, координированного по веховой опоре, выводят, на основании камеральной отчетной обработки, величину остаточной, после увязки галсов, ошибки в положении глубин на отдельных частях галсов (методом, изложенным в „Наставлении по промеру", изд. Г. У. 1940 г., графически или аналитически — по невязкам и по получению увязанных координат промежуточных точек между двумя соседними). Эта ошибка $\varepsilon_{ост}$ не должна превышать половины междугалсового расстояния, деленной на $\sqrt{2}$, так, чтобы ошибка в положении глубин относительно друг друга $\varepsilon_{от}$ была меньше половины рясстояния между галсами.

Расстояние между обсервованными основными вехами в линии вех зависит от точности взаимной увязки вех между собой. Если веха выставляется по визуальному створу и расстояние между вехами поверяется контрольными пробегами с выверенным лагом, то на линии вех достаточно определить (астрономически) одну веху, а координаты остальных вех получить по точному, с контролем, счислению, т. е. по направлению и расстоянию. На длинных створных линиях основные вехи назначаются через 50—60 миль. Помимо специальных астрономических, радионавигационных и других обсерваций, выполняемых для определения местоположения основных вех, необходимо использовать все возможности для получения отдельных линий положения в момент пересечения линий вех. При камеральной обработке эти отдельные линии положения используются (приведением к одному зениту) для уточнения координат основных вех.

Расстояние между опорными вехами, определение которых производится астрономически, устанавливается исходя из следующего:

1. Среднюю квадратическую ошибку в определении места неподвижной вехи (т. е. на якорной стоянке или когда отсутствие сноса вехи контролируется визуальным створом вех или углами между вехами) по трем астрономическим линиям положения с разностью азимутов около 45° следует считать порядка $\pm 0{,}7$ мили.

2. Расстояние между обсервованными вехами должно быть таково, чтобы вероятная относительная ошибка получения координат второй вехи по счислению от первой вехи была бы примерно равна двойной средней квадратической ошибке астрообсервации.

3. Точность определения истинного направления линии вех зависит от расстояния между вехами (находятся ли они в пределах видимости по визуальному створу), от условий постановки вех (учет течения, дрейфа) и, в основном, от метода определения этого направления (по компасному курсу с учетом поправки компаса, или по геодезическому определению начального направления створа ближайших к берегу вех, или по секстанному астрономическому азимуту). Для предварительных расчетов и для

планирования опорной сети вех следует исходить из практически полученных показателей:

а) определение направления створной линии вех по наблюдениям азимута этой линии по солнцу секстаном с судна из 2—3 независимых наблюдений обеспечивает точность в пределах 0°, 2;

б) геодезическое, по теодолитным засечкам с берега первых 3—4 вех створной линии, определение направления этой линии обеспечивает точность в пределах от 0°,2, если с берега непосредственно засекается направление створа, и до 0°,5, если линия вех направлена параллельно берегу и направление створа получается решением обратной геодезической задачи по определенным засечками координатам вех (графически или аналитически);

в) определение направления створной линии вех по компасу при определении, с контролем, поправки компаса непосредственно на курсе при постановке вех и при контрольном пробеге, а также с учетом изменения курса при следовании по визуальному створу (поправка Живри) — обеспечивает точность в пределах от 0,°5 до 1°,5;

г) соблюдение точности заданного (или определенного) направления линии вех на всем ее протяжении находится в пределах 0,°2 при постановке вех по видимому створу и составляет около 1° при постановке вех по компасному курсу. На малых моторных суднах, где условия работы компаса неблагоприятны, эта ошибка, даже при удовлетворительном знании поправки компаса на данный момент, — может достигать 2°.

4. Точность определения протяжения линии вех или расстояний между отдельными вехами зависит от точности поправки лага, от учета течений и дрейфа и от числа контрольных пробегов. На линии вех, когда правильность следования судна прямым курсом и отсутствие бокового сноса непрерывно проверяются, указанную точность получения длины линии вех следует, при двух пробегах, считать равной точности поправки лага, т. е. в пределах 1%. Если вехи в линии не контролируются визуальным створом, а поставлены в расстоянии 3—5 миль, то точность определения протяжения веховой линии понижается до 2%, из двух контрольных пробегов. Определение расстояния между отдельными, выставляемыми на десятки миль одна от другой вехами зависит от точности счисления и может характеризоваться ошибками от 2 до 5%.

5. Установив в зависимости от технических условий обоснования промера точность ориентировки веховой опоры (по азимуту) и точность знания линейных размеров вехового полигона (длины линии вех или междувеховых расстояний), решают вопрос о необходимом количестве и точности астрономически обсервованных точек на воде.

Пример. 1) Выставляется линия вех, расстояние между вехами $2^1/_4$ мили, протяжение 90 миль. Принимая точность астрообсервации $\pm 0{,}7$ мили (следовательно, относительная ошибка двух астрообсерваций составит $\pm$ 1 милю), ошибку в определении направления $\pm 1°$, ошибку в измерении длины линии вех $\pm 2\%$, получаем, что расстояние между обсервованными вехами целесообразно иметь в 40—45 миль, т. е. определить две крайних и среднюю веху.

2) Створная линия вех длиной 50 миль имеет ср. ошибку в направлении $\pm 0°{,}0.1$ (ряд секстанных азимутов и хороший визуальный створ), в расстоянии не более $\pm 0{,}5\%$ (ряд контрольных пробегов с выверенным лагом). Точность астрообсервации $\pm 0{,}7$ мили. В этом случае целесообразно определить одну среднюю веху, так как увязка линии вех между двумя обсервациями не соответствует более точному координированию по азимуту и расстоянию. Все астрономические линии положения, полученные у разных вех, следует, заметив пеленг и расстояние до ближайшей вехи в средний момент взятия высот, передать на среднюю веху.

Если положение основных вех определяется из астрономических,

радионавигационных (р. д.) линий положения, то, как минимум, должно быть получено двумя наблюдателями два независимых определения — каждое по трем линиям положения, составляющим между собой угол не менее 40°.

Программа наблюдений устанавливается в каждом отдельном случае в зависимости от необходимой точности координат основной вехи. Так как при промере открытого моря знание координат основной вехи с точностью до 0,5—0,8 мили является обычно вполне удовлетворительным, то увеличение количества наблюдений рационально только при благоприятных условиях или попутно с другими работами, но без якорной стоянки у вех.

Направление линии вех проверяется путем определения азимута этой линии секстаном (измерением угла между солнцем и вехой створа, с одновременным измерением высоты солнца или с фиксированием момента по часам, поправка которых известна). Азимут линии вех определяют при каждой возможности, используя пересечение веховой линии во время производства промера.

Одна линия вех, выставляемая посреди района, или одна основная веха в центре небольшого района промера не гарантируют правильного координирования промера для равномерного покрытия района галсами заданной подробности, поскольку не исключаются систематические ошибки в учете курса и расстояния на всех или на смежных галсах. Поэтому, когда систематическим промером обследуется значительное по площади водное пространство в открытом море с целью выяснения наименьших глубин, проходимости района и вообще когда необходимо обеспечить равномерное, без пробелов, покрытие района галсами с недопущением возможного увеличения расстояния между ними сверх данного предела, — обоснованием для промера должны служить две линии вех, выставляемые близ обоих краев обследуемого района.

Наличие двух линий вех близ краев промерного района вместо одной линии вех посреди района — при достаточно большом расстоянии между линиями вех — дает значительное преимущество для координирования промера, так как обеспечивает равномерное обследование района даже при наличии систематических ошибок в учете курса и плавания, лишь бы эти ошибки не были слишком большими. Если средняя квадратическая ошибка определения координат каждой из линии вех составляет $\varepsilon_к$, то „относительная“ ошибка в положении одного ряда относительно другого будет равна $\varepsilon_к \sqrt{2}$. Ошибка в положении глубин на средних частях галсов, происходящая от увязки галсов между двумя линиями вех, каждая из которых определена с ошибкой $\varepsilon_к$, составляет $\frac{\varepsilon_к}{\sqrt{2}}$, если пренебречь случайными ошибками счисления, меняющимися на протяжении галса. Невязки при подходе галса от одной линии вех к другой, не превышающие по величине $\varepsilon_к \sqrt{2}$, можно объяснить ошибкой в положении двух рядов вех относительно друг друга; происходит ли невязка от указанной причины (ошибки в определении положения вех) или от случайных и систематических ошибок счисления — можно судить по характеру невязок, главным образом по их направлению.

Направление и длина галсов, увязанных между двумя линиями вех, могут вследствие относительной ошибки положения этих двух линий отличаться от действительного направления и длины. Но так как и те и другие концы галсов привязываются к вехам, местоположение которых в каждой линии точно известно (относительно вех данной линии), то прокладка и увязка галсов по вехам позволяют покрыть район промера систематической сетью галсов и выдержать заданное междугалсовое расстояние.

Во время производства в открытом море промера с опорой на две линии вех необходимо анализировать получаемые невязки. Если невязки имеют случайный характер и их геометрическая сумма (замыкающая), выведенная по каждому ряду вех (т. е. невязки, получающиеся при подходе галсов к каждому ряду вех), близка к нулю, то невязки объясняются недостаточным учетом переменных короткопериодических течений, переменного ветрового дрейфа и случайными ошибками в учете курса и плавания. Если невязки на галсах при подходе к любой из двух линий вех имеют примерно одну и ту же величину и направление (например, обсервованное по вехам место получается на N от счислимого при подходе к вехам и той и другой линии), то невязку следует объяснить наличием неучтенного постоянного течения (в данном случае N-ового). В таком случае необходимо проверить наличие этого течения повторным наблюдением. Если невязки имеют одно преобладающее направление при подходе к одной линии вех и противоположное преобладающее направление при подходе галсов к другой линии вех, то наличие таких невязок является обычно следствием:

а) систематической, по всему району промера, ошибки в учете направления галсов (ошибка склонения и т. д.), когда направление невязок близко совпадает с направлением линии вех и направлено всегда или влево или вправо от галса;

б) систематической ошибки в учете пройденного по галсу расстояния (ошибка лага), когда направление невязок близко к нормали к линиям вех, причем счисление оказывается систематически впереди или позади от обсерваций при подходе к вехам обеих линий.

При получении таких невязок, направленных вдоль линий вех или перпендикулярно к ним, необходимо тщательно проверить работу основных навигационных приборов — компаса в первом случае и лага во втором.

Суммарное действие систематических ошибок в учете направления галсов и проходимого по ним расстояния (ошибок компаса и лага) влечет за собой получение невязок, направленных под некоторым углом к линиям вех и притом у каждой линии вех, — направленных в противоположные стороны.

Если каких-либо систематических и инструментальных ошибок (неточность магнитного склонения, сдвиг курсовой черты, изменение поправки лага и т. д.) не будет обнаружено, то получение невязок, направленных у каждой из линии вех в противоположные стороны, объясняется относительной ошибкой положения двух линий вех.

При камеральной обработке промера, координированного по двум линиям вех, необходимо тщательно проанализировать полученные окончательные невязки, после учета течения и после уточнения поправок компаса и лага. Если анализ покажет вполне достоверное и достаточно точное знание инструментальных поправок, то на основании полученных систематических невязок на всех или на большинстве галсов — окажется возможным уточнить местоположение (координаты) обеих линий вех.

Пример. Между двумя линиями вех, выставленными в направлении O — W и в расстоянии 40 миль одна от другой, выполнено 30 галсов систематического промера; направление галсов N — S. Выявлено преобладающее (на значительном большинстве галсов) направление невязки: средняя величина невязки (замыкающий геометрический вектор, разделенный на число галсов) на галсах с S на N при подходе к N-овой линии вех — 0,6 мили на NO — 40, средняя величина невязки на галсах с N на S, при подходе к S-овой линии вех — 1,0 мили на SW — 60. Компас и лаг работали хорошо: остаточных систематических ошибок нет. В таком случае основную часть полученных невязок следует отнести за счет относительной ошибки во взаиморасположении двух линий вех (каждая из которых координирована, допустим, с ошибкой ± 1 миля).

Рассматривая произведенные промерные галсы как многократные контрольные пробеги для улучшения взаимной увязки линий вех между собой, выводим вероятную величину смещения этих линий относительно их действительных координат. Если определения координат обеих линий вех равноточны и одинаково надежны по выполненной программе наблюдений, то смещение линий вех следует отнести поровну на обе линии и этим компенсировать основную часть полученной невязки, Простым построением (рис. 5) получаем, что N-овую линию вех следует сместить на 0,4 мили на SW 50°, а S-овую линию вех на такую же величину на NO 50°. После указанного смещения линий вех на отчетном планшете систематические невязки на галсах не будут превышать 0,2 мили и окончательное положение линий вех, по их увязке между собой на основании 30 промерных галсов, будет точнее, чем по непосредственным, с ошибкой ± 1 миля, обсервациям.

План вехового обоснования промера и схемы расположения вех могут быть, как выше указывалось, различными, поскольку они зависят от площади промера и от местных условий. Приводим пример одного из типовых решений вопроса о необходимом веховом основании промера.

Задание. Площадь промера открытого моря равна $60 \times 60 = 3600$ кв. миль. Расстояние между галсами, сообразно рельефу, устанавливается в 3 мили, причем не может быть допущено увеличение этого расстояния более, чем на 50%. Судно может принять и выставить не более 30—35 вех.

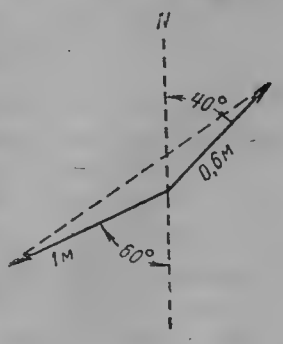


Рис. 5.

Выполнение. Для обоснования промера следует выставить две линии вех, расположенных нормально к общему направлению промерных галсов, т. е. параллельно краям района промера (галсы, в свою очередь, направляются нормально к изобатам и линии побережья). Длина каждой из линий 60 миль, что, при наличии 35 вех позволяет ставить их в расстоянии около $3^1/_2$ миль веха от вехи т. е. вне визуальной видимости створа вех.

Линии вех ставим в расстоянии 40 миль одна от другой и в 10 милях от краев района промера; такое расположение целесообразнее, чем по краям района, так как уменьшает длину пробега от одной линии вех до другой, так что средние части галсов будут удалены от вехи не более чем на 20 миль, а крайние, с двумя поворотами, на 10 миль.

В каждой линии две вехи в расстоянии около 50 миль одна от другой (т. е. вехи № 2 или № 3 с каждого края линии) должны быть определены, как основные.

В практике гидрографических работ на Северном морском пути за последние годы были применены различные схемы расположения опорных вех для морского промера, различные способы определения основных вех и увязки вехового полигона, а также разные методы координирования промерных галсов по этим вехам. Выставлялись вехи: 1) одной, протяжением до 80 миль, створной линией вдоль средней полосы района промера („Темп", 1937 г.); 2) двумя, в 40 милях одна от другой, параллельными, близ краев района промера, линиями, вне визуального створа („Малыгин", 1939 г.); 3) в отдельных точках для покрытия всего района промера радиальными галсами — „звездочками" от каждой вехи („Вест" и „Профессор Визе", 1938 г.); 4) небольшой, из трех вех, створной линией, причем положение каждой вехи определялось радиодальномерными засечками, а створ служил для контроля и для отбрасывания ошибочных радиоизмерений („Папанин", 1938 г.), и т. д. Каждый из примененных методов имел свои преимущества и недостатки. Когда веховая

Архангельск

опора поставлена, основные вехи определены и промер произведен, то не представляет особой трудности при камеральной обработке промера подсчитать и вывести, какая же достигнута точность в абсолютном и относительном координировании измеренных при промере глубин, и отсюда вывести заключение о положительных и отрицательных сторонах принятой веховой опоры и о соответствии этой опоры заданной и фактически достигнутой подробности промера.

Но далеко не всегда уделялось должное внимание необходимости обоснованных предварительных расчетов для установления наиболее экономичной (по затрате времени и средств) и обеспечивающей достаточную точность схемы расположения опорных вех и планированию галсов. Цель настоящей статьи — обратить внимание гидрографов-полярников на необходимость в первую очередь предварительных, тщательно продуманных расчетов при постановке веховой опоры для промера в открытом море.

В. Л. ЦУРИКОВ

О МЕТОДАХ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЕЛИЧИН, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ СКОРОСТЬ РОСТА ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА

Описываемые методы были разработаны в гидрологической лаборатории Байкальской лимнологической станции Академии наук СССР.

В ином месте (4) мы ввели понятие „коэффициент скорости роста льда“, который представляет собой множитель для перехода от удвоенного интеграла температуры по времени (часто называемого „суммой холода“) к квадрату толщины ледяного покрова, т. е. этот коэффициент показывает, как будет возрастать толщина льда при увеличении „суммы холода“. В той же статье мы рассматривали этот коэффициент как гидрологический фактор. Он может быть характерным для определенного водоема или его части и определенного отрезка времени. Здесь мы подробно остановимся на различных способах вычисления этого коэффициента.

При разработке методов мы исходили из закона нарастания ледяного покрова в зависимости от температур воздуха и времени, выведенного Стефаном (2). В первом приближении этот закон выражается формулой:

$$\varepsilon = \sqrt{2\frac{k}{\lambda\delta}\int_0^t \theta\, dt}, \qquad (1)$$

где ε — толщина ледяного покрова,
k — коэффициент теплопроводности льда,
δ — его плотность,
λ — скрытая теплота плавления,
θ — разность между температурой верхней и нижней поверхностей ледяного покрова и
t — время.

Эта формула выводится из дифференциальных уравнений:

$$\lambda\delta\, d\varepsilon = k\frac{\theta}{\varepsilon}dt, \qquad (2)$$

$$\frac{\lambda\delta}{k}\varepsilon\, d\varepsilon = \theta\, dt. \qquad (3)$$

Во втором приближении закон Стефана выражается формулой:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{6k}{3\lambda\delta + \delta cf}\int_0^t \theta\, dt}, \qquad (4)$$

где c — теплоемкость льда, а f — температура на поверхности ледяного покрова в момент t.

Преимущества закона Стефана перед формулами других авторов подробно изложены в других наших статьях [3, 4]. Хотя после появления указанных статей нам стали известны еще некоторые формулы, выражающие ту же зависимость (например, формула Н. Н. Зубова [1]), но они только эмпирические, тогда как закон Стефана — теоретический и подтвержден огромным материалом.[1] Поэтому мы принимаем его за основу наших дальнейших рассуждений.

Существует несколько способов вычисления констант, характеризующих скорость роста льда. Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки. При обработке материалов по ледяному покрову Байкала мы пользовались одним способом, но этого оказалось недостаточно, так как в ряде случаев примененный нами способ давал худшие результаты, чем другие. Поэтому мы иногда дополнительно производили вычисления по другим еще способам. Здесь мы описываем все эти способы.

Способ первый

Из дифференциального уравнения (2) имеем:

$$\frac{d\varepsilon}{\theta\, dt} = \frac{k}{\lambda\delta\varepsilon}. \qquad (5)$$

Для практических целей это выражение можно видоизменить:

$$\frac{\Delta\varepsilon}{\theta\Delta t} = \frac{k}{\lambda\delta\varepsilon}. \qquad (6)$$

Величины ε, $\Delta\varepsilon$ и Δt можно получить путем наблюдений, тогда мы сможем найти отношение $\frac{k}{\lambda\delta}$. Обозначим его через X и придадим уравнению (6) следующий вид:

$$X = \frac{\varepsilon\Delta\varepsilon}{\theta\Delta t}. \qquad (7)$$

Но на практике мы имеем ряд значений ε для моментов t_1, t_2, t_3 и так далее, тогда как величины $\Delta\varepsilon$ соответствуют не данным моментам, а отрезкам времени Δt. Приходится и величины ε приводить к Δt. С этой целью мы из двух соседних значений ε получаем среднее арифметическое, которое обозначаем через ε_m.

$$\varepsilon_m = \frac{\varepsilon_2 + \varepsilon_1}{2} \qquad (8)$$

---

[1] Квадратичная зависимость ε от $\int \theta\, dt$ была установлена самим Стефаном для различных пунктов Североамериканского архипелага, Вайпрехтом для Земли Франца-Иосифа, Тресковым для Байкала, Карелиным для о. Диксона, Быдиным для р. Свири и нашими вычислениями для Белого моря, Аральского моря, Финского залива, лагуны Нерпалах, рейда „Заря", мыса Вильда и для дрейфа судов „Dymphra" и „Fram".

или вообще:

$$\varepsilon_m = \frac{\varepsilon_i + \varepsilon_{i-1}}{2}. \qquad (9)$$

Температура θ в течение отрезка времени Δt не остается постоянной. Поэтому вместо $\theta \Delta t$ приходится брать $\sum_{t_{i-1}}^{t_i} \theta \Delta t$. Таким образом формула (7) приобретает следующий вид:

$$X = \frac{\varepsilon_m \Delta \varepsilon}{\sum_{t_{i-1}}^{t_i} \theta \Delta t}. \qquad (10)$$

Пользуясь этим уравнением, можно вычислять X для различных мест и отрезков времени.

Если подставить X в формулу (1), получим:

$$\varepsilon = \sqrt{2X \int_0^t \theta \, dt}. \qquad (11)$$

Для удобства практического пользования видоизменим уравнение (11):

$$\varepsilon = \sqrt{2X \sum_0^t \theta \Delta t}. \qquad (12)$$

Теоретически в первом приближении все значения X для различных отрезков времени Δt должны быть равны, так как:

$$X = \frac{k}{\lambda \delta} = \text{const.}^1 \qquad (13)$$

На практике же получается, что X может довольно значительно изменяться. Поэтому мы берем среднее арифметическое из всех значений X для данного места и сезона. Эту среднюю величину — X_m — принимаем за окончательную и называем „коэффициентом скорости роста ледяного покрова". Пример вычисления дан в приложении табл. 1.

Способ второй

Некоторые исследователи высказывали суждение, что правильнее исходить не из дифференциального уравнения (5), а из интегрального:

$$\frac{\lambda \delta}{k} \frac{\varepsilon_i^2 - \varepsilon_{i-1}^2}{2} = \sum_{t_{i-1}}^{t_i} \theta \Delta t, \qquad (14)$$

которое получается путем интегрирования выражения (3).

---

[1] Но это справедливо только как первое приближение, во втором приближении из сопоставления уравнений (4) и (11) имеем:

$$X = \frac{3\kappa}{3\lambda\delta + \delta cf};$$

f — есть величина переменная, следовательно и X не будет постоянной величиной. Но, принимая во внимание, что второе слагаемое знаменателя по сравнению с первым — крайне мало, изменениями X за счет f можно пренебречь.

Для практических целей уравнению (14) удобнее придать следующий вид:

$$\frac{1}{X}\,\frac{\varepsilon_i^2-\varepsilon_{i-1}^2}{2}=\sum_{t_{i-1}}^{t_i}\theta\Delta t, \tag{15}$$

откуда:

$$X=\frac{\frac{1}{2}(\varepsilon_i^2-\varepsilon_{i-1}^2)}{\sum_{t_{i-1}}^{t_i}\theta\Delta t}. \tag{16}$$

Попробуем разобраться в этой формуле. Числитель ее правой части разлагается на два сомножителя:

$$\frac{1}{2}(\varepsilon_i^2-\varepsilon_{i-1}^2)=\frac{\varepsilon_i+\varepsilon_{i-1}}{2}(\varepsilon_i-\varepsilon_{i-1}). \tag{17}$$

Первый сомножитель, согласно уравнению (9), равен ε_m, а второй представляет собою $\Delta\varepsilon$. Следовательно, формула (16) превращается в (10). Таким образом оказывается, что способ второй должен давать те же результаты, что и первый, и отличаться от него только более сложными вычислениями.

Способ третий

На практике значения ε вычисленные по уравнению (11), часто не вполне соответствуют наблюденным. Обычно лучшие результаты дает третий способ.

Интегрируется выражение (3) в пределах от t_1 до t_i и от ε_1 до ε_i получим:

$$\frac{\lambda\delta}{k}\int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_i}\varepsilon\,d\varepsilon=\int_{t_1}^{t_i}\theta\,dt. \tag{18}$$

Для практических целей его можно преобразовать:

$$\frac{1}{X}\sum_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_i}\varepsilon\Delta\varepsilon=\sum_{t_1}^{t_i}\theta\,dt, \tag{19}$$

откуда:

$$X=\frac{\sum_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_i}\varepsilon\Delta\varepsilon}{\sum_{t_1}^{t_i}\theta\Delta t}.^{1} \tag{20}$$

Полученную таким образом величину мы считаем „коэффициентом скорости роста ледяного покрова". Пример вычисления дан в приложении (табл. 2).

---

[1] Иногда, когда известен момент замерзания, можно производить подсчет не от ε_1 и t_1 а от 0 и t_0.

Способ четвертый

В случае, если нам будет известен момент замерзания, то можно вычислять X, пользуясь уравнением (12), но часто момент замерзания бывает неизвестен, тогда выражение (11) можно видоизменять

$$\varepsilon^2 = 2X\int_{t_1}^{t_i}\theta\,dt + 2X\int_{t_0}^{t_1}\theta\,dt. \qquad (21)$$

Или, что удобнее для практических целей:

$$\varepsilon^2 = 2X\sum_{t_1}^{t_i}\theta\Delta t + 2X\sum_{t_0}^{t_1}\theta\Delta t. \qquad (22)$$

Эту формулу можно представить себе как уравнение общего вида:

$$y = aX + b.$$

Неизвестными в данном случае являются X и $X\sum_{t_0}^{t_1}\theta\Delta t$. Последнюю величину обозначим через b. Эти незвестные можно найти, пользуясь методом наименьших квадратов. Для этого преобразуем уравнение (22):

$$\frac{\varepsilon^2}{2} = X\sum_{t_1}^{t_i}\theta\Delta t + b \qquad (23)$$

и из получившегося выражения получим две вспомогательных формулы:

$$X = \frac{\sum\frac{\varepsilon^2}{2}\sum_{t_1}^{t_i}\theta\Delta t - b\sum\sum_{t_1}^{t_i}\theta\Delta t}{\sum\left(\sum_{t_1}^{t_i}\theta\Delta t\right)^2} \qquad (24)$$

и

$$b = \frac{\sum\frac{\varepsilon^2}{2} - X\sum\sum_{t_1}^{t_i}\theta\Delta t}{n}, \qquad (25)$$

где n — число слагаемых.

ε и $\sum_{t_1}^{t_i}\theta\Delta t$ известны из наблюдений; зная их, легко можно найти все суммы, входящие в формулы (24) и (25).

Пользуясь этими формулами как системой уравнений с двумя неизвестными, находим X и b. Пример вычислений дан в приложении (табл. 3).

Способ пятый

Четыре первых способа исходили из закона Стефана, считая, что показатель степени при ε всегда равен 2. Однако можно предположить, что в природе он не является постоянным, а, подобно X, меняется с изменениями условий в которых нарастает ледяной покров.

В данном случае для нахождения коэффициента X и показателя сте-

пени m опять прибегаем к помощи метода наименьших квадратов. При этом мы исходим из формулы:

$$\varepsilon^m = 2X\sum_{t_0}^{t_i}\theta\Delta t, \tag{26}$$

которую прологарифмируем:

$$m\lg\varepsilon = \lg 2 + \lg X + \lg\sum_{t_0}^{i}\theta\Delta t. \tag{27}$$

Для нахождения m и $\lg X$, исходя из уравнения (27), были построены вспомогательные формулы:

$$m = \frac{(\lg 2 + \lg X)\sum\lg\varepsilon + \sum\lg\varepsilon\lg\sum\theta\Delta t}{(\lg\varepsilon)^2} \tag{28}$$

и

$$\lg X + \lg 2 = \frac{m\sum\lg\varepsilon - \sum\lg\sum\theta\Delta t}{n}. \tag{29}$$

Все суммы нам так же, как и в уравнениях (24) и (25), известны. Подставляем их и решаем формулы (28) и (29) как систему уравнений с двумя неизвестными, откуда находим: m, $\lg X + \lg 2$, $\lg X$ и X. Пример этих вычислений дан в приложении (табл. 4).

Если подставить коэффициенты скорости роста ледяного покрова, найденные по способам первому, третьему и четвертому, в уравнение (11), то можно вычислить при помощи этих коэффициентов толщины ледяного покрова для определенных значений $\sum_{0}^{t}\theta\Delta t$, т. е. на определенные моменты. Эти вычисленные толщины можно сравнить с наблюденными и таким образом установить, который из способов дает наилучшие результаты. Пример такого сравнения приводится в приложении (табл. 5).

Подобные вычисления, произведенные нами для Байкала, показали, что способ четвертый по сравнению со способом первым дает результаты более далекие от действительности. Это наблюдается в семнадцати случаях из двадцати одного. Способ же третий, по сравнению с первым, дает, наоборот, лучшие результаты (в сорока трех случаях из семидесяти пяти); но очень часто расхождения между X вычисленным первым и третьим способами бывают столь незначительны, что практически ε, вычисленные по ним с точностью до 1 см, совпадают. Таким образом, третий способ является наиболее точным, по сравнению с первым и четвертым. Но способ первый обладает тем преимуществом, что дает возможность проследить изменения X в течение зимы; кроме того, он крайне прост.

Способ первый хорош тем, что дает не только „коэффициент скорости роста", но и показатель степени. Но этот способ требует расчета от $\varepsilon = 0$, т. е. надо знать момент замерзания. Кроме того, он сложен по вычислениям.

Исходя из вышесказанного, мы рекомендуем пользоваться способом первым и только в том случае, когда он дает далекие от действительности результаты, прибегать к способам третьему и пятому.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубов Н. Н., Морские воды и льды.—Гидрометиздат. М., 1938.
2. Stefan J., Über die Thorie der Eisbildung insbesondere über die Eisbildung in Polahrmeere.—Wiedem. Annal. d. Physik u. Chemie, Leipzig, 1891, Bd. XLII.

3. Цуриков В. Л., Несколько замечаний относительно формул нарастания ледяного покрова.—„Труды Байкальской лимнологической станции Академии наук СССР", Л., 1939, т. IX.
4. Цуриков В. Л., О нарастании морского льда.—Сборник „Северный морской путь" Л., 1939, в. XIV.

Приложения

Таблица 1

Расчет коэффициента скорости роста ледяного покрова по способу первому. Ушканьи о-ва, 1901/02 г.

Дата	ε (в см.)	ε_m (в см.)	$\Delta\varepsilon$ (в см.)	$\theta\,\Delta\,t$	$\varepsilon_m\,\Delta\varepsilon$	$X=\frac{\varepsilon_m\,\Delta\varepsilon}{\theta\,\Delta t}$	Примечание
19/XII 1901	0	16	31	$211\cdot10^5$	496	$2{,}35\cdot10^{-5}$	ε_m—подсчитано с точностью до 1 см
1/I 1902	31	38	13	$127\cdot10^5$	494	$3{,}89\cdot10^{-5}$	
8/I	44	48	9	$57\cdot10^5$	432	$7{,}58\cdot10^{-6}$	
15/I	53	59	12	$97\cdot10^5$	708	$7{,}30\cdot10^{-5}$	
22/I	65	71	12	$192\cdot10^5$	852	$4{,}44\cdot10^{-5}$	
1/II	77	80	6	$63\cdot10^5$	480	$7{,}62\cdot10^{-5}$	
8/II	83	86	5	$80\cdot10^5$	430	$5{,}38\cdot10^{-5}$	
15/II	88	91	6	$66\cdot10^5$	546	$8{,}27\cdot10^{-5}$	
22/II	94	95	2	$100\cdot10^5$	190	$1{,}90\cdot10^{-5}$	
1/III	96	97	2	$133\cdot10^5$	194	$1{,}46\cdot10^{-5}$	
15/III	98	—	—	—	—	—	

$$\Sigma = 50{,}19\cdot10^{-5}$$

$$X_m=\frac{\Sigma X}{10}=5{,}02\cdot10^{-5}$$

Таблица 2

Расчет коэффициента скорости роста ледяного покрова по способу третьему. Ушканьи о-ва 1901/02 г.

Дата	ε (в см)	ε_m (в см)	$\Delta\varepsilon$ (в см)	$\theta\,\Delta\,t$	$\varepsilon_m\,\Delta\varepsilon$	Примечания
19/XII 1901	0	16	31	$211\cdot10^5$	496	ε_m– подсчитано с точностью до 1 см
1/I 1902	31	38	13	$127\cdot10^5$	494	
8/I	44	48	9	$57\cdot10^5$	432	
15/I	53	59	12	$97\cdot10^5$	708	
22/I	65	71	12	$192\cdot10^5$	852	
1/II	77	80	6	$63\cdot10^5$	480	
8/II	83	86	5	$80\cdot10^5$	430	
15/II	88	91	6	$66\cdot10^5$	546	
22/II	94	95	2	$100\cdot10^5$	190	
1/III	96	97	2	$133\cdot10^5$	194	
15/III	98	—	—	—	—	
	—	—	—	$1126\cdot10^5$	4822	

$$X=\frac{\Sigma\varepsilon_m\,\Delta\varepsilon}{\Sigma\theta\,\Delta t}=4{,}28\cdot10^{-5}$$

Таблица 3

Расчет коэффициента скорости роста ледяного покрова по способу четвертому. Ушканьи о-ва 1901/02 г.

Дата	ε (в см)	ε^2	$\frac{\varepsilon^2}{2}$	$\sum_0^t \theta \Delta t$	$\left(\sum_0^t \theta \Delta t\right)^2$	$\frac{\varepsilon^2}{2} \sum_0^t \theta \Delta t$	Примечание
19/XII 1901	0	0	0	0	0	0	Теоретически при подсчете $\Sigma \theta \Delta t$ от 0 до t. b должно быть равно 0
1/I 1902	31	961	480	$211 \cdot 10^5$	$44521 \cdot 10^{10}$	$101280 \cdot 10^5$	
8/I	44	1936	968	$338 \cdot 10^5$	$114244 \cdot 10^{10}$	$327184 \cdot 10^5$	
15/I	53	2809	1404	$395 \cdot 10^5$	$156025 \cdot 10^{10}$	$554580 \cdot 10^5$	
22/I	65	4225	2112	$492 \cdot 10^5$	$242054 \cdot 10^{10}$	$1039104 \cdot 10^5$	
1/II	77	5929	2964	$684 \cdot 10^5$	$467856 \cdot 10^{10}$	$2027376 \cdot 10^5$	
8/II	83	6889	3444	$747 \cdot 10^5$	$558009 \cdot 10^{10}$	$2572668 \cdot 10^5$	
15/II	88	7744	3872	$827 \cdot 10^5$	$683929 \cdot 10^{10}$	$3292144 \cdot 10^5$	
22/II	94	8836	4418	$893 \cdot 10^5$	$779449 \cdot 10^{10}$	$3945247 \cdot 10^5$	
1/III	96	9216	4608	$993 \cdot 10^5$	$986049 \cdot 10^{10}$	$4575744 \cdot 10^5$	
15/III	98	9604	4802	$1126 \cdot 10^5$	$1267876 \cdot 10^{10}$	$5407052 \cdot 10^5$	
	—	—	29072	$6706 \cdot 10^5$	$5318022 \cdot 10^{10}$	$23752379 \cdot 10^5$	

По формулам (24) и (25)

$$X = 5 \cdot 23 \cdot 10^5$$
$$b = 600$$

Таблица 4

Вычисление коэффициента скорости роста ледяного покрова и показателя степени по способу пятому. Ушканьи о-ва 1902 г.

Дата	ε (в см)	$\lg \varepsilon$	$(\lg \varepsilon)^2$	$\sum_0^t \theta \Delta t$	$\lg \sum_0^t \theta \Delta t$	$\lg \varepsilon \lg \sum_0^t \theta \Delta t$
1/I 1902	31	1,49196	2,22435	$211 \cdot 10^5$	7,32428	10,92314
8/I	44	1,64345	2,70092	$338 \cdot 10^5$	8,52892	12,37340
15/I	53	1,72428	2,07314	$395 \cdot 10^5$	7,59660	13,09867
22/I	65	1,81291	3,23664	$492 \cdot 10^5$	7,69297	13,94485
1/II	77	1,88649	3,55884	$684 \cdot 10^5$	7,83506	14,78076
8/II	83	1,91908	3,68287	$747 \cdot 10^5$	7,87332	15,10053
15/II	88	1,94448	3,75100	$827 \cdot 10^5$	7,91751	15,39544
22/II	94	1,97313	3,89324	$893 \cdot 10^5$	7,95085	15,68806
1/III	96	1,98227	3,92939	$993 \cdot 10^5$	7,99695	15,85211
15/III	98	1,99123	3,96500	$1126 \cdot 10^5$	8,05154	16,03247
	—	18,36868	33,99519	—	77,76700	143,19843

По формулам (28) и (29)

$$m = 1.38$$
$$X = 0{,}87 \cdot 10^{-5}$$

Таблица 5

Вычисление толщин льда при помощи коэффициентов скорости роста ледяного покрова, найденных по способам первому, третьему и четвертому и сличение их с наблюденными толщинами. Ушканьи о-ва 1901/02 г.

Дата	$\sum_{o}^{t} \Delta\theta t$	ε выч. при $X = 5{,}02 \cdot 10^{-5}$ (I способ)	ε выч. при $X = 4{,}28 \cdot 10^{-5}$ (III способ)	ε выч. при $X = 5{,}23 \cdot 10^{-5}$ (IV способ)	ε наблюденная	Примечание
19/XII 1901	0	0	0	0	0	В качестве примера умышленно был выбран случай, когда способ первый дает значительно худшие результаты, чем способ третий. Обычно результаты вычислений по ним очень близки.
1/I 1902	$211 \cdot 10^5$	45	43	47	31	
8/I	$338 \cdot 10^5$	58	54	59	44	
15/I	$395 \cdot 10^5$	63	58	64	53	
22/I	$492 \cdot 10^5$	72	65	72	65	
1/II	$634 \cdot 10^5$	80	74	81	77	
8/II	$747 \cdot 10^5$	87	80	88	83	
15/II	$827 \cdot 10^5$	91	84	93	88	
22/II	$893 \cdot 10^5$	95	87	97	94	
1/III	$993 \cdot 10^5$	100	92	102	96	
15/III	$1126 \cdot 10^5$	106	98	109	98	

Н. А. ФОХТ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА КОРАБЛЯ В МОРЕ ПО ОДИНОЧНОМУ НАБЛЮДЕНИЮ СВЕТИЛА

В американской периодической литературе за последние годы появился ряд статей, касающихся определения места корабля в море. В них излагаются такие приемы и способы, которые представляют значительный интерес для мореплавателей при плаваниях не только в южных, но и в более высоких широтах.

Предложенные способы основаны на следующих двух принципах: 1) на одновременном измерении высоты какого-либо светила и определении его азимута и 2) на одновременном измерении высоты и скорости изменения этой высоты за единицу времени.

С первым принципом выступает капитан Бразильского флота Акино[1].

В указанном способе исходными данными являются h и A светила, поэтому они должны быть получены из наблюдений с достаточной точностью; однако, если при наличии хорошей видимости линии горизонта и отсутствии значительной рефракции высота может быть измерена с достаточной точностью, — азимут того же светила определить с необходимой точностью является делом нелегким, так как прибором для этого определения служит судовой компас (магнитный и в последнее время на ряде судов — гирокомпас). Таким образом A светила с известной точностью может быть определен только в тех случаях, когда известна общая поправка компаса.

Капитан Акино, занимающийся этим вопросом, пришел к заключению, что Аншютц и Сперри своим изобретением гирокомпаса разрешили эту трудность.

На вопрос о том, с какой точностью для способа Акино необходимо определить A, сам автор не дает определенного ответа и лишь указывает, что обыкновенным авиакомпасом удалось получить $A_{\odot}$ с достаточной для определения точностью.

[1] A fix altitude and azimuth at sea and in the air Cap, R. de Aguino, Brasilian Navy. U. S. N. J. Proceeding, December 1936.

Надо предполагать, что выражение „достаточной“ относится к аэронавигационным определениям.

В приведенном ниже примере, взятом из статьи Акино, $A_{\odot}$ приводится с точностью до 15′, но являются ли эти 15′ предельной точностью гирокомпаса, об этом в указанной статье ничего не говорится. Акино говорит, что если A светила и будет заключать в себе небольшую ошибку, то искомая точка все же будет находиться на Сомнеровой линии, но несколько сдвинутой по ней. Такой вывод ничего нового не дает, так как известно, что место корабля во всех случаях определения будет находиться на линии положения (на Сомнеровой линии). Сдвиг по линии положения от ошибки в A светила на 15′, при высоте этого светила над истинным горизонтом в 60°, будет равен $7^1/_2$ миль, а при той же ошибке в A светила и при высоте порядка 15°—20°, сдвиг будет равен 12—13 милям.

Приводимые соображения с очевидной ясностью показывают, что способ Акино дает не удовлетворительные по точности результаты; однако в своем примере Акино дает совершенно иной результат.

Для обработки результатов наблюдений Акино приводит следующие формулы:

$$\csc t = \frac{\sec h \cdot \csc A}{\sec \delta} \qquad (1)$$

$$\operatorname{tg} B = \operatorname{tg} h \cdot \sec A; \quad C = 90 - B \qquad (2)$$

$$\operatorname{tg} b = \operatorname{tg} \delta \cdot \sec t; \quad \varphi = C - b, \qquad (3)$$

где B и b — суть вспомогательные величины.

Пример.

2 июля 1932 г. вечером на судне „Detroit“ в счислимых: $\varphi = 36°49'$ N и $\lambda = 75°12'$ W, наблюдали α Scorpii

$S_{гр}$	$19^h11^m57^s$	$\delta_{\bigstar}$	26°17′2
$a_{\bigstar}$	$16^h25^m17^s$	$h_{\bigstar}$	19°26′8
$t_{гр}$	$2^h46^m40^s$	о. п.	−2′6
или	41°40′	набл. $h_{\bigstar}$	19°24′2

$A_{\bigstar}$ . . . 148°15′.
(по гирокомпасу)

$h =$ 19°24′	lg tg h	9,54673	lg sec h	0,02539
$A =$ 148°15′	lg sec A	0,07040	+ lg csc A	0,27884
(31°45′)	lg tg B	9,61713		0,30423
	B	22°30′		
	C	67°30′	lg sec δ	0,04739
			lg csc t	0,25684

lg tg δ	9,69361	$t_м$	33°37′
lg sec t	0,07948	$t_{гр}$	41°40′
lg tg b	9,77309	e	75°17′ W
b	30°40′	φ	36°50′ N

В то же время были измерены высоты еще двух звезд, и результаты этих наблюдений были вычислены обычным способом, принятым в мореходной астрономии; при этом были получены следующие координаты:

$\varphi = 36°49'5$ N
$\lambda = 75°17'0$ W.

Как показывают приведенные результаты, способ Акино заслуживает внимания и исследования.

Для дальнейшего выяснения влияния ошибки в азимуте на результат определений, вычислим вышеприведенный пример с $A_1 = 148°00'$ и $A_2 = 148°30'$ и тогда получим:

$$\varphi_1 = 36°58'\,\text{N}; \quad \varphi_2 = 36°42'\,\text{N};$$

$$\lambda_1 = 75°00',5\,\text{W}; \quad \lambda_2 = 75°32',5\,\text{W}.$$

Если эти точки положить на карту в проекции Меркатора, они лягут на линии, очень близко проходящей по направлению, перпендикулярному к азимуту. Необходимо также отметить, что в приведенном примере азимут определен (как указывает Акино) с точностью до 1′, что практически сделать в судовых условиях не представляется возможным.

Метод обработки результатов наблюдений, приведенный Акино, весьма прост.

Лейтенант флота США Эдуард Вилис[1] выступает с предложением решить задачу с помощью исследования измерения скорости высоты светила за единицу времени, при этом наблюдения предлагает производить таким образом: 1) измерить две высоты какого-либо светила через небольшой промежуток времени и простым делением разности высот на разность моментов определить скорость изменения за определенную единицу времени, или 2) наблюдать верхний край ⊙ (утром) и, не трогая аллидады, ждать прикосновения нижнего края ⊙. В этом случае видимый диаметр ⊙ будет являться разностью высот, а разность моментов — соответствующим временем. При этом во всех случаях эта скорость определяется в долях полной максимальной скорости (за $1^m - 15'$), т. е. той, которую имеют все светила на небесном экваторе для наблюдателя, находящегося на земном экваторе.

Простым дифференцированием по h и t основной формулы

$$\operatorname{sn} h = \operatorname{sn}\delta \cdot \operatorname{sn}\varphi + \operatorname{cs}\delta \cdot \operatorname{cs}\varphi \cdot \operatorname{cs} t$$

легко получить формулу Престеля:

$$\frac{dh}{dt} = \operatorname{sn} A \cdot \operatorname{cs}\varphi,$$

которая дает связь скорости $\frac{dh}{dt}$ с азимутом, поэтому формулы Акино нетрудно видоизменить.

Формулы Вилиса выведены не из обычного полярного треугольника, а из так называемого экваториального, заключенного между продолжением вертикала (данного светила) до экватора, экватором и меридианом наблюдателя. Приводим эти формулы:

$$\operatorname{sn} A_0 = \frac{dh}{dt} \tag{1}$$

$$\operatorname{sn}\varphi = \operatorname{cs} A_0 \cdot \operatorname{cs}\left[h - \operatorname{arc\,sn}\frac{\operatorname{sn}\delta}{\operatorname{cs} A_0}\right] \tag{2}$$

$$\operatorname{sn} t = \operatorname{cs} h \cdot \operatorname{sn} A_0 \cdot \operatorname{sc}\varphi \cdot \operatorname{sc}\delta. \tag{3}$$

Здесь A_0 — один из углов экваториального треугольника, и его цифровое значение нет надобности находить, так как найдя $\lg \frac{dh}{dt}$ (в синусах), можно в той же строчке выписать $\lg \operatorname{cs} A_0$ или $\operatorname{sc} A_0$.

[1] Additional uses for H. O. 211 by Hynkel U. S. N. J. Proceeding 1936 VI и A fix altitude and azimuth at sea. Aquino Proceeding 1936 XII.

Вычисления по данным формулам получаются простыми и требуют не больше 10 минут для получения широты и долготы по одиночному наблюдению какого-либо светила.

На вопрос о точности измерения высот светил для целей определения скорости изменений высоты какого-либо светила Вилис дает ответ, ссылаясь на многочисленные свои примеры. В этих примерах он получает широту и долготу не только по результатам одиночных наблюдений, но и по наблюдениям на заходе ⊙ — без секстана, с помощью лишь хронометра.

Такие примеры в практике определения места корабля в открытом море являются новыми и заслуживают серьезного внимания.

Вилис предложил свой способ в 1927 г., поместив его в приложении к своей „Methodes of Modern Navigation", Richmont. Va. U. S. A.

В U. S. N. I. Proceeding, откуда заимствуются эти сведения, имеется замечание, в котором говорится, что, к сожалению, работа Вилиса осталась незамеченной, несмотря на то, что по своей важности она стоит в одном ряду с работами Сомнера и Сент-Илера. Для характеристики приведем пример Вилиса:

1. 9 июля 1927 г. на яхте „Оцеания" в счислимых $\varphi = 43°02'\,N$ и $\lambda = 14°23'\,O$ наблюдали заход ⊙

Отсчет h . . . $0°00'0$	$T_{гр}$ . . . $18^h38^m19^s$
о. п. . . . . $-36'00$	
Набл. $h_{\odot}$ . . $-0°36'00''$	$\delta_{\odot}$ . . . $22°54'\,N$
$dh(2R_{\odot})$ . . . $36'56$	(видимый)
$dt \frac{\odot}{\odot}$ . . . $205^s,6$	

По формуле (1)

lg dh . . .	1,49914
lg 4 . . .	0,60206
доп. lg dt . . .	7,68698
lg sn A_0	9,78818

По формуле (2)

lg sn δ . . .	9,59009
lg sc A_0 . . .	0,10278
lg sn x . . .	9,69287

x . . . $29°32'5$
h . . $-0°36'$

$$\lg \operatorname{cs}[h - x] = \lg \operatorname{cs}[-0°36' - 29°32'5];$$

lg cs $30°08'5$ . . .	9,93691
lg cs A_0	9,89122
lg sn φ	9,83413

$\varphi = 43°02'5;$

По формуле (3)

lg cs $0°36'$ . . .	9,99998
lg sn A_0	9,78818
lg sc φ	0,13617
lg sc δ	0,03565
lg sn t	9,95998

$t_{\odot}M$ . . . $65°47'$ или $114°13'\,W$
$t_{\odot}Гр$ . . . $18°38'19''$ $99°51'\,W$
$\lambda =$ $14°22'0$

Расхождение обсервованной точки со счислимой равно около 1 мили. Если принять во внимание, что это было в Адриатическом море, где визуальные определения по береговым предметам могли быть достаточно часты, тогда нельзя было и ожидать значительного расхождения.

[1] Переводный множитель между дуговыми и временными единицами.

По вопросу об определении места по наблюдениям ⊙ на заходе можно привести пример капитан-лейтенанта флота САСШ Масона. 16 ноября 1934 г. в счисл. $\varphi = 33°42',7\,N$ и $\lambda = 118°18',2\,W$

наблюдали касание ⊙ m_1 . . . $4^h46^m40^s$
„ „ ⊙ m_2 . . 49^m30^s

Отсчет h . . .	$0°00'00''$
о. п.	$-26'19'',4$
набл. $h_{\odot}$ . . .	$-0°26'19'',4$
$h_{\odot}$ . . .	$0°58'45'',4$

m_1 . . .	$4^h46^m40^s$	m_2 . . .	$4^h49^m30^s$
u_2 . . .	$8^h00^m58^s$		$8^h00^m58^s$
$T_{гр}$ . . .	$0^h47^m38^s$		$0^h50^m28^s$
η	$+15^m08,3$		$+\ 15^m08^s,3$
$T_{\odot гр}$ . . .	$1^h02^m46^s,3$		$1^h05^m36^s,3$
$l_ч$	$7^h53^m12^s,8$		$7^h53^m12^s,8$
$t_{\odot м}$ . . .	$17^h09^m33^s,5$		$17^h12^m23^s,5$
или $t\odot$ . . .	$5^h09^m33^s,5$		$5^h12^m23^s,5$

Далее вычисление ведется не по методу Вилиса, а вычисляется линия Сомнера по способу Сент-Илера отдельно для каждого касания верхнего и нижнего края ⊙ с линией видимого горизонта.

I лин.		II лин.	
$t_{\odot} = 5^h09^m33^s,5$;	lg *hav*[1] . . . 9,59200	$t_{\odot} = 5^h12^m23^s,5$;	lg *hav* . . . 9,59866
$\varphi = 33°42'43''$N;	lg cs 9,92004		9,92004
$\delta = 18°46'36''$S;	lg cs 9,97625		9,97625
	lg *hav* . . . 9,48829		9,49495
	nhav[2] . . . 0,30782		0,31257
$\varphi - \delta = 52°29'19''$	*hav* 0,19554	$\varphi - \delta = 52°29'19''$	0,19554
	nhav 0,50336		0,50811
	$h_{сч}$ . . . . $0°23'05''$		$0°55'45''$
	набл. $h_{об}$ . . $0°26'19'',4$		$0°58'45'',4$
	dh . . . . $+3'14'',4$		$+\ 3'00''4$
	A_1 . . . . 248°	A_2 . . .	248°

Результаты вычислений дают разницу в *dh* меньше $^1/_4$ мили, а в азимуте полное схождение в пределах 1°. Это дает основание считать, что не только малые высоты могут дать достаточно удовлетворительные результаты, но даже и отрицательные высоты могут быть использованы для практических целей определения места корабля в море.

Пример Масона не имеет прямого отношения к способу Вилиса, но для сравнения произведем вычисление данных последнего примера по способу Вилиса:

---

[1] hav — половина sn ver или $\frac{1 - cs}{2}$

[2] nhav — натуральная величина.

$dh = 32'26''$; $dt = 170^s$

$\lg dh$ 1,51135
$\lg 4$ 0,60206
доп. $\lg dt$ . . . 7,76955
$\lg \operatorname{sn} A_\odot$ . . . 9,88296

$\delta_\odot = 18°46'36''$S
$h_1 = -0°26'19''$
$h_2 = -0'58'45''$
$h_{ср} = -0°42'32''$

$\lg \operatorname{sn} \delta$ . . . 9,507657
$\lg \operatorname{sc} A_0$ . . 0,190132
$\lg \operatorname{sn} x$ . . . 9,697789

$x = -29°54'30''$

$\lg \operatorname{cs} [h - x] = \lg \operatorname{cs} [-0°42'32'' - 29°54'30'']$

$\lg \operatorname{cs} 30°37'$ . . . 9,934798
$\lg \operatorname{cs} A_0$ . . . 9,809868
$\lg \operatorname{sn} \varphi$ 9,744666
$\varphi = 33°44'37''$N

$\lg \operatorname{cs} 0°42'32''$ . . . 9,999967
$\lg \operatorname{sn} A_0$ 9,882960
$\lg \operatorname{sc} \varphi$ 0,080112
$\lg \operatorname{sc} \delta$ 0,023750
$\lg \operatorname{sn} t$ 9,986728

$t_{\odot м} = 75°56'37'' = 5^h03^m46^s$

$t_{\odot гр} = 1^h02^m46^s$ (⊙)
$t_{\odot гр} = 1^h05^m36^s$ (⊙)
$t_{\odot гр} = 1^h04^m11^s$ (⊖)

$t_{\odot гр} = 13^h04^m11^s$
$l = 8^h00^m25^s$
или $l = 120°06'3$W

Сравнения показывают, что если широты, полученные в приведенных примерах (вычисленные разными способами), достаточно сходны, то долготы расходятся на большую величину.

Что касается применения способа Вилиса в высоких широтах, то сам автор говорит, что в этих широтах его способ неприменим, так как скорость изменения высоты ⊙ там весьма незначительная.

Формула $\frac{dh}{dt} = \operatorname{sn} A \operatorname{cs} \varphi$ показывает, что при том же азимуте скорость пропорциональна $\operatorname{cs} \varphi$.

Если возьмем $\operatorname{cs} 70°$ и $\operatorname{cs} 43°$, то увидим, что первый вдвое меньше. Отсюда можно заключить, что если на φ 43° полученная точность равна 1 миле, тогда на φ 70° она будет порядка 2 миль, что в некоторых случаях может быть приемлемо для Арктики.

Кроме того, надо иметь в виду, что в средних широтах близ меридиана скорость изменения высоты светила мала, а потому способ Вилиса может быть с успехом применен лишь при нахождении светила вдали от меридиана, или еще лучше, если высота будет наблюдаться у первого вертикала.

Одним из существенных условий в обоих способах является то, что оба они не требуют координат счислимой точки, что особенно и подчеркивается в Proceeding. Заметим, что при плавании в Арктике и особенно в разреженных льдах такой способ имеет большие преимущества перед другими, так как не требует вмещения плавания (по счислению) между двумя линиями положения.

Проверка практической приложимости способа Вилиса в Арктике, какая только и может быть предложена, это вычисление произведенных наблюдений в высоких широтах по этому способу. Для этого были использованы наблюдения Я. К. Смирницкого в 1939 г. на л/п „Малыгин".

20 августа в счислимых $\varphi = 73°18'$N и $\lambda = 138°30'$O были взяты две серии высот ☉ (на якоре)

1-я серия

I $h_\odot$	9°42′,6	м.	20ʰ14ᵐ09ˢ
II $h_\odot$	9°49′,1		20ʰ15ᵐ43ˢ
III $h_\odot$	9°52′,8		20ʰ16ᵐ33ˢ
IV $h_\odot$	9°54′,9		20ʰ17ᵐ05ˢ
V $h_\odot$	9°59′,9		20ʰ17ᵐ45ˢ
VI $h_\odot$	10°03′,6		20ʰ19ᵐ12ˢ
VII $h_\odot$	10°07′,6		20ʰ20ᵐ13ˢ

Ошибка в моменте меньше влияет на $\frac{dh}{dt}$, если dt больше; поэтому примем за правило брать промежутки не менее как через две высоты в третью, т. е. между I и IV высотой, между II и V и так далее. Затем промежутки берутся через три высоты, далее через четыре высоты, а потом берется средняя из всех полученных величин.

Вычисление скорости $\frac{dh}{dt}$ по 1-й серии:

Между какими hh	dh	dt	dt в sec	$\frac{dh}{dt}$
I—IV	12,3	2^m56^s	176^s	0,280
II—V	8,8	2^m02^s	122^s	0,288
III—VI	10,8	2^m39^s	159^s	0,271
IV—VII	12,7	3^m08^s	188^s	0,270
I—V	15,3	3^m36^s	216^s	0,288
II—VI	14,5	3^m29^s	209^s	0,278
III—VII	14,8	3^m40^s	220^s	0,270
I—VI	21,0	5^m03^s	303^s	0,277
II—VII	18,5	4^m30^s	270^s	0,274
I—VII	25,0	5^m04^s	304^s	0,329
Среднее	—	—	—	0,2825

$\delta_\odot$ на 20^h17^m 19/VIII в Гриниче $= 12°52′,5$ N

$h_{ср} = 9°54′9$; $ci = -0′3$; $h_{набл} = 10°01′6$ о. п. $= +7′,0$

по формуле (1): $\lg 0{,}2825 = 9{,}45102 = \lg \operatorname{sn} A_0$

$\lg \operatorname{sn} \delta$ . . . 9,347963
$\lg \operatorname{sc} A_0$ . . 0,018060

$\lg \operatorname{sn} x$ . . . 9,365923

по формуле (2)

x . . . . 13°25′43″
h . . . . 10°01′18″
$h-x$ . . . 3°24′25″

$\lg \operatorname{cs}(h-x)$ . . . 9,999231
$\lg \operatorname{cs} A_0$ 9,981940
$\lg \operatorname{sn} \varphi$ 9,981171

$\varphi = 73°15′$ N

Так как 2-я серия была взята через $^1/_2$ часа после первой, попытаемся определить скорость из средних величин обеих серий.

1-я серия — ср. м. $= 20^h17^m14^s$; ср. h набл. $= 10°01′,3$
2-я серия — „ „ $= 20^h51^m48^s$ „ „ „ $= 12°30′,0$
$h_{ср} = 11°15′6$

$$dt = 34^m34^s = 2074^s; \quad dh = 2°28'7 = 148'7$$

$$\frac{dh}{dt} = \frac{148{,}7 \cdot 60}{2074 \cdot 15} = 0{,}286; \qquad \delta_\odot = 12°52'\,\mathrm{N}$$

По формуле (1):

$$\lg 0{,}286 = 9{,}45637 = \lg \operatorname{sn} A_0$$

По формуле (2):

$\lg \operatorname{sn} \delta$ . . .	9,347687
$\lg \operatorname{sc} A_0$ . . .	0,018526
$\lg \operatorname{sn} x$ . . .	9,366213

x	13°26′15″	$\lg \operatorname{cs}(h-x)$ . . .	9,999686
h	11°15′36″	$\lg \operatorname{cs} A_0$	9,981471
$h-x$ . . .	2°10′39″	$\lg \operatorname{sn} \varphi$	9,981157
		$\varphi = 73°14'43''$	

Разница с широтой, полученной по 1-й серии наблюдений, равна около 0,25.

Место якорной стоянки л/п „Малыгин" было определено по пеленгам на береговые знаки, при этом $\varphi = 73°16'6\,\mathrm{N}$. Приведенные результаты дают основание считать, что способ Вилиса может найти применение и в высоких широтах [1].

При решении мы не задавались вопросом определения долготы места, так как считаем, что имея широту, можно всегда вычислить долготу по формуле полупериметра.

Если заняться исследованием разностей для отыскания лучшего способа по определению изменения скорости высот светил, определим ее между каждыми двумя последовательными высотами и тогда получим:

v_1	0,277
v_2	0,296
v_3	0,263
v_4	0,300
v_5	0,262
v_6	0,263
$v_{ср}$ . . .	0,277

Казалось бы, что цифры довольно согласны между собою, но если по среднему значению сделаем соответствующее вычисление, тогда получим $\varphi = 73°34'30\,\mathrm{N}$, т. е. такой результат, который явно будет неудовлетворительным. Из сказанного следует вывести заключение, что для определения скорости промежутки времени должны быть порядка 3—4 минут.

При обработке высот какого-либо светила, измеренных в то время, когда светило находится вдали от меридиана, обычно берут разности моментов и разности высот соседних наблюдений, и если они будут относительно пропорциональны, тогда считают, что наблюдения сделаны удовлетворительно, а для решения задачи берутся средние значения из полученных высот и моментов.

Некто Фр. Китор [2] рекомендует при решении задач по морским астрономическим наблюдениям производить некоторое исследование скорости изменения высоты наблюденного светила. Известно, что отношение разности высот к разности моментов — есть скорость изменения высоты,

[1] Особенно если v будет определено из двух серий наблюдений, а не из разных h одной серии.

[2] Rate of Change of altitude by Fr. W. Keator, U. S. N. J. Proceeding, November 1939.

которая должна быть, примерно, одинаковой и для соседних наблюдений; но если этого нет, то это не значит, что высоты плохие.

Найти достаточно надежные высоты из серии в 5—6 высот можно при помощи отношения $\frac{dh}{dt}$.

Известная формула: $\frac{dh}{dt} = \text{sn}\, A \cdot \text{cs}\, \varphi$ показывает, что скорость изменения высоты светила зависит только от широты и азимута.

Китор находит, что счислимая широта и азимут могут быть известны с достаточной точностью, поэтому для нахождения этой скорости он дает таблицу и диаграмму. Выбрав скорости из таблицы и сравнивая с полученными из наблюдений, Китор предлагает брать только те высоты, скорости между которыми близки к табличным. Остальные, как не удовлетворяющие этому условию, отбрасываются. Таким образом, среднее из двух высот может дать лучшие результаты, чем среднее из пяти или шести высот.

Пример. Утром 8 апреля 1939 г. в счислимых $\varphi = 40°00'\,\text{N}$ и $\lambda = 72°00\,\text{W}$ взяты:

1. $h_\odot$ . . .	48°37′5	M . . .	$9^h57^m13^s$
		$\frac{dh}{dt}$	8,56
2.	44′3		58^m01^s
			9,45
3.	52′5		53^s
			8,33
4.	49°00′0		59^m47^s
			7,82
	09′0		$10^h00^m56^s$

Табличная скорость = 7,9

Так как к табличной скорости ближе всего подходит Δh между 4 и 5 высотами, Китор берет только 4-ю и 5-ю высоты:

1. $$\frac{h_4 + h_5}{2} = 49°04'5 \quad M = 10^h00^m21^s,5$$

и для сравнения

2. $$\frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5}{5} = 48°52'5 \quad M = 9^h58^m58^s,0$$

Если произвести вычисление по этим исходным данным на два осредненных момента, тогда получим:
в первом случае

$$h_{об} - h_{сч} = -2'5$$

и во втором случае

$$h_{об} - h_{сч} = -3'8$$

Китор приходит к выводу, что средняя h из двух выбранных высот дает результат на 1,3 мили вернее, чем средняя из всех высот.

Так как способ Вилиса основан на скорости изменения высоты наблюдаемого светила, приложение к нему способа Китора должно дать особенно ценные результаты.

Для практического применения способа Китора в более высоких широтах, в конце настоящей статьи приводится вычисленная автором таблица скорости $\frac{dh}{dt}$ в долях $15' - $ в 1^m для φ от 67° до 74°, так как таблицы, приводимые в статье Китора, составлены для φ от 0° до 60°[1].

[1] По А таблицы рассчитаны до 39° по обе стороны от первого вертикала.

Таблицы вычислены по известной формуле:

$$v = \frac{dh}{dt} = \mathrm{cs}\,\varphi \cdot \mathrm{sn}\,A.$$

Скорости выражены в долях максимальной скорости изменения высоты (за $1^m - 15'$). Исследование изменения приводимых в таблице цифр показали, что единица в третьем знаке дает изменение в широте около 3,5 мили; поэтому при применении способа Вилиса скорость должна быть выведена из наблюдений с точностью не ниже как до единицы в третьем знаке.

Для возможности применения указанного выше способа при обработке астрономических наблюдений на море (в Арктике) приводим следующий пример:

17 августа 1939 г. на л/п „Малыгин“ после полудня в счислимых $\varphi = 74°17'29''$ N и $\lambda = 140°09'54''$ O (судно находилось на якоре вблизи берега, видимость была плохая) было измерено 6 серий высот $\odot$.

Для примера произведем исследование одной из серий (4-й).

	M	h измерен.	$V = \frac{dh}{dt}$	Δ	Δ^2
I	$7^h12^m15^s$	19°05′.6	0,1905	0,0711	0,00505521
II	$7^h13^m18^s$	10°02′,6	0,3250	0,0634	0,00401956
III	$7^h14^m12^s$	18°58′,2	0,2833	0,0217	0,00047089
IV	$7^h15^m00^s$	18°54′,8	0,2307	0,0309	0,00095481
V	$7^h15^m55^s$	18°51′,6	0,2778	0,0162	0,00026244
VI	$7^h16^m57^s$	18°47′,3	0,2610	0,0006	0,00000036
VII	$7^h18^m07{,}5$	18°42′,4			
Среднее	$7^h15^m06^s{,}3$	18°54′,7	0,2616	$\Sigma\,\Delta^2 = 01076317$	

набл. $h\odot = 19°03'{,}7$ о.п. $+9{,}0$ $\varepsilon = \sqrt{\frac{\Sigma}{n}} = 0{,}04235$

Приведенное исследование показывает, что скорости изменяются слишком неравномерно, отклоняясь от среднего значения до 7 единиц второго знака и только одна скорость (между последними высотами) приближается по своей величине к средней.

Квадратическая ошибка оказалась настолько значительной, что производить обработку не имеет смысла, так как ошибка в широте может быть порядка ± 10 миль.

Для сравнения вычислим широту места по данным 4-й серии — по методу Вилиса.

1. По средней скорости изменения из всех высот:

$v_{ср} = 0{,}2166$; набл. $h_\odot = 19°03'{,}7$ $\delta_\odot = 13°41'{,}8$ N

$$\lg v = \lg \mathrm{sn}\,A_0 = 9{,}41764$$

$\lg \mathrm{cs}\,(h-x)$ . . . 9,998473	$\lg \mathrm{sn}\,\delta$ . . . 9,374348
$\lg \mathrm{cs}\,A_0$ 9,984606	$\lg \mathrm{sc}\,A_0$ . . 0,015394
$\lg \mathrm{sn}\,\varphi$ 9,983043	$\lg \mathrm{sn}\,x$ . . . 9,389742

$\varphi = 74°05'5N$

x . . . . 14°12′,0
$h_\odot$ . . . 19°03′,7
$h-x$ . . 4°51′,7

Имеем $\Delta\varphi\, b + 12$ миль, что является совершенно неприемлемым.

2. Возьмем (по методу Китора) более надежную скорость изменения. $v = 0{,}2610$, т. е. между двумя последними высотами:

$$h_{ср} = \frac{h_{IV} + h_{VII}}{2} = 18°45'$$

о. п. = +9′
набл. $h_\odot = 18°54'$

$\delta_\odot = 13°41'8\,N$

$\lg v = \lg \operatorname{sn} A_0 = 9{,}41664$

$\lg \operatorname{sn} \delta$ . . . 9,374348
$\lg \operatorname{sc} A_0$ . . 0,015303
$\lg \operatorname{sn} x$ . . . 9,389651

$\lg \operatorname{cs} (h-x)$ . . . 9,998537
$\lg \operatorname{cs} A_0$ 9,984697
$\lg \operatorname{sn} \varphi$ 9,983234

$\varphi = 74°11'$

x . . . . 14°11′8
$h_\odot$ . . . 18°54′0
$h-x$ . . . 4°42′1

Имеем $\Delta\varphi = +6^1/_2$ миль, что является в два раза меньше той величины, которая получена в предыдущем примере.

Метод Китора здесь полностью находит подтверждение, так как среднее из двух более надежных наблюдений дало вдвое лучший результат, чем среднее из всех семи наблюдений.

3. Если взять табличную скорость изменения, тогда получим:

$v = 0{,}2583$; набл. $h_\odot = 19°03'7$; $\delta_\odot = 13°41'8\,N$

$\lg v = \lg \operatorname{sn} A_0 = 9{,}41212$

$\lg \operatorname{sn} \delta$ . . . 9,374348
$\lg \operatorname{sc} A_0$ . . 0,014998
$\lg \operatorname{sn} x$ . . . 9,389346

$\lg \operatorname{cs} (h-x)$ . . . 9,998426
$\lg \operatorname{cs} A_0$ 9,985002
$\lg \operatorname{sn} \varphi$ 9,983428

$\varphi = 74°16'20''N$

x . . . . 14°11′2
$h_\odot$ . . . 19°03′7
$h-x$ . . . 4°52′5

Имеем $\Delta\varphi = +1'09''$, т. е. весьма незначительную. Полученную разницу следует отнести к неточности вычислений (к недостаточно тщательной интерполяции).

Следует отметить, что на практике никогда не придется вычислять по табличной скорости изменения, ибо она не является наблюденной, а лишь при наличии достаточно надежной счислимой широты и A подобное вычисление можно произвести для некоторого контроля.

4. Произведем исследование методом взятия промежутков через две высоты в третью и через три высоты в четвертую, тогда получим:

По сравнению с аналогичной ошибкой, выведенной обычным методом, средняя квадратическая ошибка оказалась в $2^1/_2$ раза меньше.

Между какими hh	dh	dt	v	Δ	Δ^2
I—IV	10′,3	2^m45^s	0,2618	0,0051	0,00002601
II—V	11′,0	2^m37^s	0,2803	0,0134	0,00017956
III—VI	10′,7	2^m45^s	0,4594	0,0075	0,00005625
IV—VI	12′,1	3^m07^s	0,2589	0,0080	0,00000725
I—V	14′,0	3^m40^s	0,2545	0,0124	0,00015376
II—VI	15′,3	3^m39^s	0,2899	0,0230	0,00052900
III—VII	15′,5	3^m55^s	0,2638	0,0031	0,00000961
I—VI	18′,3	4^m42^s	0,2595	0,0074	0,00005476
II—VII	19′,9	4^m49^s	0,2754	0,0085	0,00002425
I—VII	22′,9	5^m52^s	0,2602	0,0067	0,00004489
Среднее	—		$V = 0{,}2669$		$\Sigma\,\Delta^2 = 0{,}00108534$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\Sigma\,\Delta^2}{n}} = 0{,}01787$$

Скорость изменения между IV и VII высотами оказалась лучшей, так как она отличается от табличной лишь на —0,006, поэтому для решения задачи возьмем IV и VII высоты:

IV. $м$ . . . $7^h15^m00^s$ $h_{изм}$ . . . $18°54′,8$ $v = 0{,}2589$

VII. $м$ . . . $7^h18^m07^s$ $h_{изм}$ . . . $18°42′,7$

ср. $h = 18°48′,8$

о. п. $+\ 9′,0$

$\delta_\odot = 13°41′8$ набл. $h_\odot$ . . . $18°57′,7$

$$\lg 0{,}2589 = 9{,}41313 = \lg \operatorname{sn} A_0$$

$\lg \operatorname{sn} \delta$	9,374348	$\lg \operatorname{cs}(h-x)$	9,998495
$\lg \operatorname{sc} A$	0,015073	$\lg \operatorname{cs} A$	9,984927
$\lg \operatorname{sn} x$	9,389421	$\lg \operatorname{sn} \varphi$	9,983422

$\varphi = 74°16′10″$ N

x	$14°11′,4$
h	$18°57′,7$
$h-x$	$4°46′,3$

В результате получили широту, отличающуюся от действительной только на 1′19″, а отсюда можно сделать вывод, что из весьма посредственных высот (измеренных при плохой видимости), при специальном исследовании и подборе, можно обеспечить получение координат места корабля с удовлетворительной точностью.

Все изложенное требует дальнейшей проверки на практике, поэтому автор надеется, что наши мореплаватели в ближайшее время воспользуются освещенными в настоящей статье приемами наблюдений и способами обработки и сделают соответствующие практические выводы.

В заключение приведем некоторые практические указания:

1. Промежуток времени для определения скорости следует брать не менее чем в 5—6 минут.

2. Взять две серии высот (по 4 или 5 высот в каждой) и при обработке принимать средние h из каждой серии.

3. Судно, пробивающееся во льду может пренебречь расстоянием, пройденным за 5—6 минут.

Если определения по Вилису будут производиться на полном ходу, при скорости до 30 узлов, то за 6 минут судно пройдет 3 мили и этой величиной пренебречь нельзя, тогда следует внести некоторую поправку.

Поправку эту можно внести следующим образом: Пусть точка N место корабля в момент 1-й серии наблюдений, точка M во время второй серии.

Для вычисления скорости $\frac{dh}{dt}$ надо знать, какая высота была бы во время второй серии наблюдений, если бы корабль оставался в точке N.

Пусть S светило и NS направление на него из точки N. Если опустим перпендикуляр из точки M на линию NS и на продолжение ее, то получим Сомнерову линию и в точке F светило будет усматриваться под той же высотой, какую наблюдали во время нахождения в точке M, а отсюда становится ясным, что в этот же момент при наблюдении из точки N высота светила будет ниже на величину NF (условно). Это и будет та поправка, которую надо вычесть или прибавить.

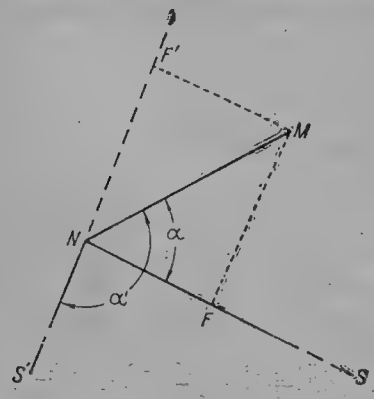


Рис. 1.

В нашем примере имеем:

Поправка $= R \cdot \cos\alpha$ в минутах дуги, где R — в милях = расстоянию NM, α — курсовой угол светила.

Если светило впереди траверза, то поправка будет с минусом.

Пусть S' светило, тогда опустив перпендикуляр MF' на продолжение азимута, получим поправку $NF = R \cdot \cos\alpha_1$.

Эта поправка будет с плюсом, так как, уходя от светила, мы во второй серии наблюдали меньшую высоту, чем если бы мы оставались в точке N. В этом случае угол $\alpha_1 < 90°$ и cs будет с минусом, поэтому математическая поправка для всех случаев будет $v = -R \cdot \cos\alpha$, если курсовый угол, считаемый от курса корабля вправо до 360°.

Исследуем возможную ошибку в случае, если азимут примем неизменным за 5 или 10 минут.

Так как способ Вилиса вообще пригоден только для светил, находящихся вдали от меридиана наблюдателя, то скорость изменения азимута (порядка 10′—15′ в 1^m времени) за 5—10 минут даст 2°.

Если определим курсовый угол пеленгатором в средний момент между обоими сериями, тогда ошибка в момент каждого наблюдения будет около $^1/_2°$. Эта ошибка войдет полностью в курсовый угол. Функция $\cos\alpha$ меняется быстрее всего при 90°, когда 1° дает перемену на $1^1/_2\%$ в натуральной величине cs.

Если судно при скорости хода в 30 узлов избрало промежуток в 6 минут между сериями высот, тогда $R = 3$ милям. Ошибка ($1^1/_2\%$) в cs вызовет ошибку порядка 0,05 мили.

Если бы ошибка была вдвое больше, то и тогда ею можно пренебречь.

Это дает нам основание рекомендовать при определении по Вилису на большом ходу, для определения скорости $\frac{dh}{dt}$ привести высоту второй серии к пункту первой серии и считать азимут за промежуток в 5 или 10 минут неизменным и равным среднему, т. е. взятому в средний момент между двумя сериями.

Приложение

Вывод формулы Вилиса.

В итоге дифференцирования основной формулы

$$\operatorname{sn} h = \operatorname{sn}\varphi \cdot \operatorname{sn}\delta + \operatorname{cs}\varphi \cdot \operatorname{cs}\delta \cdot \operatorname{cs} t$$

имеем:

$$\frac{dh}{dt} = \operatorname{cs}\varphi \cdot \operatorname{sn} A.$$

Из треугольника ZP_nM по формуле sn-ов получим

$$\frac{\operatorname{sn} A_0}{\operatorname{sn} A} = \frac{\operatorname{cs}\varphi}{1};\ \operatorname{sn} A_0 = \operatorname{cs}\varphi \cdot \operatorname{sn} A,$$

откуда видно, что

$$\operatorname{sn} A_0 = \frac{dh}{dt} = v \quad \text{(рис. 2)},$$

где v — скорость изменения высоты какого-либо светила за определенную единицу времени; ZME и SMN — суть прямоугольные экваториальные треугольники; пусть $SM = x$, $SN = \delta$ светила, $ZE = \varphi$ места, $\angle M = 90° - A_0$.

По формуле sn-ов из треугольника SMN получим:

$$\operatorname{sn} x = \frac{\operatorname{sn}\delta}{\operatorname{cs} A_0}$$

или

$$\operatorname{sn} x = \operatorname{sn}\delta \cdot \operatorname{sc} A_0. \qquad (1)$$

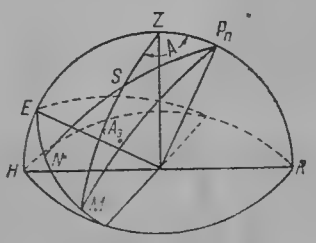


Рис. 2.

Из треугольника ZME имеем:

$$ZS = 90 - h,\quad ZM = 90 - h + x = 90 - (h - x)$$

и по той же формуле sn-ов получим:

$$\operatorname{cs}[h - x] = \frac{\operatorname{sn}\varphi}{\operatorname{cs} A_0};\quad x = \operatorname{arc\,sn}\frac{\operatorname{sn}\delta}{\operatorname{cs} A_0},$$

откуда

$$\operatorname{sn}\varphi = \operatorname{cs} A_0 \cdot \operatorname{cs}\left[h - \operatorname{arc\,sn}\frac{\operatorname{sn}\delta}{\operatorname{cs} A_0}\right]. \qquad (2)$$

Из треугольника P_nZS имеем:

$$\frac{\operatorname{sn} t}{\operatorname{sn} A} = \frac{\operatorname{cs} h}{\operatorname{cs} S}$$

или

$$\operatorname{sn} t = \frac{\operatorname{sn} A \cdot \operatorname{cs} h}{\operatorname{cs}\delta},$$

но

$$\operatorname{sn} A = \frac{\operatorname{sn} A_0}{\operatorname{cs}\varphi},$$

тогда

$$\operatorname{sn} t = \operatorname{cs} h \cdot \operatorname{sn} A_0 \cdot \operatorname{sc}\delta \cdot \operatorname{sc}\varphi. \qquad (3)$$

ТАБЛИЦА

скорости $\frac{dh}{dt}$

(в долях—15′ в 1^m)

φ \ A	90°	89° 91°	88° 92°	87° 93°	86° 94°	85° 95°	84° 96°	83° 97°	82° 98°	81° 99°
67°	0,3907	0,3907	0,3905	0,3902	0,3898	0,3892	0,3886	0,3878	0,3869	0,3859
67° 30′	0,3827	0,3826	0,3824	0,3822	0,3818	0,3812	0,3806	0,3755	0,3790	0,3780
68°	0,3746	0,3745	0,3744	0,3741	0,3737	0,3732	0,3726	0,3718	0,3710	0,3700
68° 30′	0,3665	0,3664	0,3663	0,3660	0,3656	0,3651	0,3645	0,3838	0,3629	0,3620
69°	0,3583	0,3582	0,3581	0,3579	0,3575	0,3570	0,3564	0,3557	0,3549	0,3540
69° 30′	0,3502	0,3501	0,3599	0,3497	0,3493	0,3489	0,3485	0,3474	0,3468	0,3459
70°	0,3420	0,3419	0,3418	0,3415	0,3412	0,3407	0,3401	0,3395	0,3387	0,3378
70° 30′	0,3338	0,3337	0,3336	0,3333	0,3330	0,3325	0,3320	0,3313	0,3306	0,3297
71°	0,3256	0,3255	0,3254	0,3251	0,3248	0,3243	0,3238	0,3231	0,3224	0,3216
71° 30′	0,3173	0,3172	0,3171	0,3169	0,3165	0,3161	0,3156	0,3149	0,3142	0,3134
72°	0,3090	0,3089	0,3088	0,3086	0,3083	0,3078	0,3073	0,3067	0,3060	0,3052
72° 30′	0,3007	0,3006	0,3005	0,3003	0,2999	0,2995	0,2991	0,2985	0,2978	0,2970
73°	0,2924	0,2923	0,2922	0,2920	0,2917	0,2913	0,2908	0,2902	0,2895	0,2888
73° 30′	0,2840	0,2839	0,2838	0,2836	0,2833	0,2829	0,2825	0,2818	0,2812	0,2805
74°	0,2756	0,2756	0,2755	0,2753	0,2750	0,2746	0,2741	0,2736	0,2730	0,2722
74° 30′	0,2672	0,2672	0,2671	0,2669	0,2666	0,2662	0,2658	0,2652	0,2646	0,2640
75°	0,2588	0,2587	0,2584	0,2585	0,2582	0,2578	0,2574	0,2569	0,2563	0,2556
75° 30′	0,2504	0,2503	0,2502	0,2500	0,2198	0,2494	0,2490	0,2485	0,2479	0,2473
76°	0,2419	0,2418	0,2417	0,2415	0,2413	0,2410	0,2406	0,2401	0,2395	0,2389

φ \ A	80° 100°	79° 101°	78° 102	77° 103°	76° 104°	75° 105°	74° 106°	73° 107°	72° 108°	71° 109°	70° 110°
67°	0,3848	0,3836	0,3822	0,3807	0,3791	0,3474	0,3756	0,3737	0,3616	0,3694	0,3672
67° 30′	0,3769	0,3756	0,3743	0,3729	0,3713	0,3696	0,3679	0,3660	0,3640	0,3618	0,3596
68°	0,3689	0,3677	0,3664	0,3656	0,3635	0,3618	0,3601	0,3582	0,3563	0,3542	0,3520
68° 30′	0,3609	0,3598	0,3585	0,3571	0,3556	0,3540	0,3523	0,3505	0,3486	0,3465	0,3444
69°	0,3529	0,3518	0,3505	0,3492	0,3477	0,3462	0,3445	0,3427	0,3409	0,3389	0,3368
69° 30′	0,3449	0,3438	0,3426	0,3412	0,3398	0,3383	0,3367	0,3349	0,3331	0,3311	0,3291
70°	0,3368	0,3357	0,3345	0,3332	0,3319	0,3304	0,3288	0,3271	0,3253	0,3234	0,3214
70° 30′	0,3287	0,3277	0,3265	0,3253	0,3239	0,3224	0,3208	0,3191	0,3175	0,3156	0,3137
71°	0,3206	0,3196	0,3184	0,3171	0,3159	0,3145	0,3130	0,3113	0,3096	0,3078	0,3059
71° 30′	0,3125	0,3115	0,3104	0,3092	0,3079	0,3065	0,3050	0,3034	0,3018	0,3000	0,2982
72°	0,3043	0,3034	0,3023	0,3011	0,2998	0,2985	0,2970	0,2954	0,2939	0,2922	0,2904
72° 30′	0,2961	0,2952	0,2941	0,2930	0,2918	0,2904	0,2891	0,2875	0,2860	0,2843	0,2826
73°	0,2879	0,2870	0,2860	0,2849	0,2837	0,2824	0,2810	0,2795	0,2781	0,2764	0,2747
73° 30′	0,2797	0,2788	0,2778	0,2767	0,2756	0,2743	0,2730	0,2715	0,2701	0,2685	0,2669
74°	0,2714	0,2706	0,2696	0,2686	0,2674	0,2662	0,2649	0,2636	0,2622	0,2607	0,2590
74° 30′	0,2632	0,2623	0,2614	0,2604	0,2593	0,2581	0,2569	0,2556	0,2542	0,2526	0,2511
75°	0,2549	0,2541	0,2532	0,2522	0,2511	0,2500	0,2488	0,2475	0,2462	0,2447	0,2431
75° 30′	0,2466	0,2458	0,2449	0,2440	0,2430	0,2419	0,2407	0,2395	0,2381	0,2367	0,2353
76°	0,2382	0,2374	0,2366	0,2357	0,2347	0,2337	0,2325	0,2314	0,2301	0,2288	0,2273

φ \ A	69° 111°	68° 112°	67° 113°	66° 114°	65° 115°	64° 116°	63° 117°	62° 118°	61° 119°	60° 120°
67°	0.3648	0,3623	0,3597	0,3570	0,3541	0,3512	0,3481	0,3450	0,3417	0,3384
67° 30′	0,3573	0,3548	0,3522	0,3496	0,3468	0,3440	0,3410	0,3379	0,3347	0,3314
68°	0,3497	0,3473	0,3448	0,3422	0,3395	0,3367	0,3339	0,3308	0,3276	0,3244
68° 30′	0,3422	0,3398	0,3373	0,3348	0,3319	0,3994	0,3266	0,3236	0,3205	0,3174
69°	0,3346	0,3323	0,3299	0,3274	0,3247	0,3221	0,3193	0,3164	0,3134	0,3104
69° 30′	0,3270	0,3247	0,3224	0,3199	0,3174	0,3148	0,3121	0,3092	0,3063	0,3033
70°	0,3193	0,3171	0,3148	0,3124	0,3099	0,3074	0,3048	0,3020	0,2991	0,2962
70° 30′	0,3116	0,3095	0,3073	0,3049	0,3025	0,3000	0,2974	0,2947	0,2920	0,2891
71°	0,3039	0,3019	0,2997	0,2974	0,2950	0,2926	0,2901	0,2876	0,2847	0,2820
71° 30′	0,2961	0,2942	0,2921	0,2899	0,2875	0,2852	0,2827	0,2801	0,2775	0,2748
72°	0,2885	0,2865	0,2845	0,2823	0,2801	0,2777	0,2753	0,2722	0,2703	0,2676
72° 30	0,2807	0,2788	0,2768	0,2747	0,2725	0,2703	0,2679	0,2649	0,2631	0,2604
73°	0,2729	0,2711	0,2691	0,2671	0,2650	0,2628	0,2605	0,2581	0,2557	0,2532
73° 30′	0,2651	0,2633	0,2614	0,2594	0,2574	0,2553	0,2525	0,2508	0,2484	0,2459
74°	0,2573	0,2556	0,2537	0,2518	0,2498	0,2477	0,2456	0,2434	0,2411	0,2387
74° 30′	0,2495	0,2478	0,2460	0,2441	0,2422	0,2402	0,2381	0,2360	0,2338	0,2314
75°	0,2466	0,2400	0,2383	0,2369	0,2346	0,2326	0,2306	0,2285	0,2264	0,2241
75° 30′	0,2338	0,2321	0,2309	0,2287	0,2269	0,2250	0,2231	0,2211	0,2190	0,2168
76°	0,2258	0,2243	0,2227	0,2210	0,2192	0,2174	0,2156	0,2136	0,2116	0,2095

φ \ A	59° 121°	58° 122°	57° 123°	56° 124°	55° 125°	54° 126°	53° 127°	52° 128°	51° 129°	50° 130°	49° 131°
67°	0,3349	0,3314	0,3277	0,3239	0,3201	0,3161	0,3121	0,3079	0,3037	0,2993	0,2948
67° 30′	0,3280	0,3245	0,3209	0,3173	0,3135	0,3096	0,3056	0,3016	0,2974	0,2932	0,2886
68°	0,3211	0,3177	0,3142	0,3106	0,3069	0,3031	0,2992	0,2952	0,2911	0,2870	0,2827
68° 30′	0,3142	0,3108	0,3074	0,3038	0,3002	0,2965	0,2927	0,2888	0,2848	0,2808	0,2766
69°	0,3072	0,3039	0,3006	0,2971	0,2936	0,2899	0,2862	0,2824	0,2785	0,2745	0,2705
69° 30′	0,3002	0,2970	0,2937	0,2904	0,2869	0,2833	0,2797	0,2760	0,2722	0,2683	0,2643
70°	0,2932	0,2901	0,2868	0,2836	0,2808	0,2767	0,2732	0,2695	0,2661	0,2620	0,2581
70° 30′	0,2851	0,2831	0,2800	0,2767	0,2734	0,2701	0,2666	0,2630	0,2593	0,2557	0,2519
71°	0,2790	0,2761	0,2730	0,2706	0,2666	0,2634	0,2600	0,2565	0,2530	0,2494	0,2451
71° 30′	0,2720	0,2691	0,2661	0,2631	0,2599	0,2567	0,2534	0,2500	0,2456	0,2431	0,2395
72°	0,2649	0,2621	0,2592	0,2562	0,2531	0,2500	0,2468	0,2435	0,2402	0,2367	0,2332
72° 30	0,2578	0,2550	0,2522	0,2493	0,2463	0,2433	0,2402	0,2370	0,2337	0,2298	0,2269
73°	0,2506	0,2479	0,2446	0,2423	0,2395	0,2365	0,2335	0,2304	0,2272	0,2240	0,2206
73° 30′	0,2434	0,2409	0,2382	0,2355	0,2326	0,2298	0,2268	0,2238	0,2207	0,2276	0,2144
74°	0,2362	0,2338	0,2312	0,2285	0,2258	0,2200	0,2201	0,2172	0,2142	0,2111	0,2080
74° 30′	0,2290	0,2236	0,2241	0,2216	0,2189	0,2162	0,2134	0,2106	0,2077	0,2047	0,2017
75°	0,2218	0,2195	0,2170	0,2145	0,2120	0,2094	0,2067	0,2039	0,2011	0,1983	0,1953
75° 30′	0,2146	0,2123	0,2100	0,2076	0,2051	0,2026	0,1999	0,1972	0,1946	0,1918	0,1890
76°	0,2074	0,2052	0,2029	0,2006	0,1982	0,1957	0,1932	0,1906	0,1880	0,1853	0,1826

В. П. ОРЛОВ

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ КОТЕЛКА ДЛЯ АБСОЛЮТНЫХ МАГНИТНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ В АРКТИКЕ

Для обеспечения экспедиций и отрядов Гидрографического управления Главсевморпути магнитными приборами, в июне 1940 г. по моим указаниям в механической мастерской Научно-исследовательского института земного магнетизма были переделаны семь котелков (дефлекторные магнитометры) завода „Геоприбор" в Ленинграде.

После указанной переделки на этих приборах стало возможным определять H и I методом Ламона.

Сущность переделок заключалась в следующем:

1. Картушка Штемпеля (с наклонными стрелками) была переделана на обычную, путем скрепления системы стрелок с верхней рамкой специальными скобочками.

2. Шина, накладываемая на азимутальный круг, была укорочена, и на концах ее (у деления 130 мм) были припаяны держатели, которые ранее предназначались для балластных магнитов.

3. На вертикальных стержнях обоих держателей на высоте магнитной системы катушки были устроены гнезда для помещения в них отклоняющих магнитов, для определения горизонтальной составляющей (H).

4. В нижней горизонтальной части держателей были устроены гнезда, для укрепления в них в вертикальном положении стержней динамитной стали, употребляемых в магнитометрах типа „Комбайн" и „Шасселон" для определения наклонения (I).

5. Упаковка частей котелка была сделана следующим образом:

а) ящик с картушкой укреплен винтами на внутренней стороне верхней крышки ящика для котелка;

б) в ящике для картушки у его краев выдолблено два гнезда для отклоняющих магнитов H;

в) укороченная шина с держателем поместилась по диагонали ящика на котелке, и, таким образом, надобность в отдельном ящике для шины отпала;

г) в одном из углов ящика устроены гнезда для помещения в них, в вертикальном положении, стержней из динамной стали. На верхней крышке ящика укреплена колобашка, нажимающая при закрывании крышки на стержни и тем самым их плотно закрепляющая;

д) переставлен один из двух упоров на верхней крышке ящика (чтобы дать место для ящика с картушкой).

Так как надобность в дефлекторе отпала, то в результате всех сделанных переделок котелок со всеми его частями оказался упакованным, вместо четырех, в одном ящике.

При опытных работах в Слуцкой магнитной обсерватории было установлено, что точность наводки (точность совмещения нулевого деления картушки с вертикальной нитью предметной мишени) составляет $2'$—$3'$ и из-за трения на острие в условиях поля обсерватории ($H = 0{,}15200$ и $I = 0{,}47500$) разница в ряде наведений составляет, при удовлетворительном состоянии острия и топки, до $6'$, а в некоторых случаях и больше.

На основании этого было признано, что достаточно производить отсчеты по одному верньеру, а для повышения точности результатов, следует делать внутри серии повторные наводки, смещая и вновь устанавливая пеленгатор.

В соответствии с этим были приняты следующие схемы наблюдений.

1. Определение азимута миры

Мира 1-я наводка — отсчет
2-я „ „
3-ья „ „
1-я наводка на солнце время (до секунд) — отсчет
2-я „ „ „ „ „ „ „
3-ья „ „ „ „ „ „ „
4-я „ „ „ „ „ „ „
5-я „ „ „ „ „ „ „
6-я „ „ „ „ „ „ „

Мира 1-я наводка — отсчет
2-я „ „
3-ья „ „

При такой схеме (при тщательных наблюдениях), если поправка хронометра известна и нить предметной мишени вертикальна (это должно быть проверено), в среднем выводе может быть обеспечена точность определения места юга (или севера) на горизонтальном круге порядка $\mp 1'$, а точность определения азимута миры порядка $\pm 2'$. Необходимо заметить, что такая точность может быть обеспечена лишь в том случае, если наблюдения производить без отражательного темного зеркала у предметной мишени, т. е. солнце или звезды наблюдаются при сравнительно небольшой высоте их над горизонтом.

Если же пользоваться отражательным зеркалом, то из-за низкого качества его (отражение солнца у многих котелков имеет искаженную форму) точность может быть значительно ниже.

2. Определение *D*

Мира 1-я наводка — отсчет
2-я „ „
3-ья „ „

На N картушки (0°) 1-я наводка — отсчет
2-я „ „
3-ья „ „
} (Время 1-й наводки с точностью до $^1/_2{}^m$)

На S картушки (0°) 1-я наводка — отсчет
2-я „ „
3-ья „ „

На S картушки (0°) 4-я наводка — отсчет
5-я „ „
6-я „ „

На N картушки (0°) 4-я „ „
5-я „ „
6-я „ „
} (Время последней наводки)

Мира 1-я наводка — отсчет
2-я „ „
3-ья „ „

Поправка картушки, зависящая, главным образом, от несовпадения магнитной оси картушки с ее нулевым делением, должна быть определена в магнитной обсерватории или из сравнения с одновременными определениями *D* точным магнитометром.

3. Определение *H*

Положение магнита на шине				
W—W	2-я	наводка,	время,	отсчет
	3-ья	„	„	„
W—O	1-я	„	„	„
	2-я	„	„	„
	3-ья	„	„	„
O—O	1-я	„	„	„
	2-я	„	„	„
	3-ья	„	„	„
O—W	1-я	„	„	„
	2-я	„	„	„
	3-ья	„	„	„

Все наводки на N картушки (на 0°).

При угле отклонения в 10°—15°, точность определения из одной серии была порядка $\pm 3'$ для угла, что составляло соответственно $\pm 75\gamma$, $\pm 60\gamma$.

4. Определения *I*

Положение стержней				
1|——|2	1-я	наводка,	время,	отсчет
	2-я	„	„	„
	3-ья	„	„	„
1|——|2	1-я	„	„	„
	2-я	„	„	„
	3-ья	„	„	„
2|——|1	1-я	„	„	„
	2-я	„	„	„
	3-ья	„	„	„
2|——|1	1-я	„	„	„
	2-я	„	„	„
	3-ья	„	„	„

Так как стержни находятся не в вертикальной плоскости шины, то, для того чтобы вертикальная плоскость, проходящая через два стержня, была перпендикулярна к магнитной оси картушки, для каждого котелка определялся на глаз с точностью до 1° угол между вертикальными плоскостями, проходящими через стержни и шину. Для большинства котелков этот угол составлял 4°, в соответствии с чем все наводки на N конец картушки фактически будут сделаны не на 0°, а на 4° (т. е. правее магнитного на 4°).

При угле отклонения порядка 10° и его определении из отдельной серии с точностью $\pm 3'$ получаем угол наклонения *J* с точностью порядка $\pm 5'$.

5. Для определения склонения на подвижных льдинах может быть применен метод определения *D* по магнитному азимуту солнца (или звезды). В этом случае, наводя нить предметной мишени на солнце, делаем отсчет времени по хронометру или часам до секунд и отсчет магнитного меридиана с точностью до $^1/_4{}^\circ$ по делениям картушки.

Имея часовой угол солнца, получаем в результате вычислений астрономический азимут. Разность этих азимутов дает непосредственно угол магнитного склонения (*D*).

Хотя при таком способе определения, каждая отдельная наводка дает значение *D*, все же для повышения точности результата надлежит сделать их несколько (не менее 4 подряд). Точность окончательного результата будет зависеть главным образом от точности градусных делений на бумажном круге картушки, деления которого могут допускать погрешности

порядка 1°, а в случае, если бумажный круг покороблен, погрешности могут быть и больше; поэтому прибегать к этому методу определения D имеет смысл только тогда, когда из-за подвижности пловучего льда способ, описанный выше в пунктах 1 и 2, неприменим. Подробный разбор метода определения D по магнитному азимуту солнца дан в моей статье, напечатанной в XV сборнике „Северный морской путь", а также в „Руководстве для работы с весами Шмидта". В. П. Орлова и Н. Н. Трубятчинского (2-е литограф. изд. ГГО, Л., 1939).

Полученные в условиях Слуцка точности определения H порядка $\pm 75\,\gamma$ и J порядка $\pm 5'$ могут быть несколько повышены путем увеличения числа серий, так как основной причиной понижения точности будут случайные ошибки, вследствие трения на острие (застой картушки). Так как в условиях Арктики углы отклонения при определении H и J будут больше, то могло казаться, что при работе в Арктике точность будет выше. Для выяснения обстоятельства в Слуцке был произведен опыт наблюдений в кольцах Гельмгольца, внутри которых магнитное поле соответствовало условиям Арктики. Несмотря на увеличение углов, повысить точность не удалось, так как уменьшение направляющей силы магнитного поля привело к соответственному увеличению застоя стрелки.

Повидимому, точности магнитных определений H и J могут быть повышены, если заменить картушку более легкой магнитной стрелкой с большим магнитным моментом, что позволит свести застой стрелки к минимуму, но сделать этого в июне 1940 г. за краткостью срока не удалось, как и не было сделано для картушки арретирное приспособление, при наличии которого работать было бы значительно удобнее.

В настоящем своем виде переделанные котелки для работы в условиях Арктики, повидимому, вполне приемлемы, но окончательное заключение об этом должно быть сделано лишь после практического испытания их в течение, по крайней мере, не менее одного летнего сезона.

Программа и методы определения постоянных коэффициентов и поправок переделанного котелка, а также способы вычисления наблюдений здесь не описываются, так как они ничего нового не представляли и описание их можно найти в соответствующих инструкциях и руководствах.

К. К. ДЕРЮГИН

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ НАБЛЮДЕНИЙ НАД ПРИЛИВАМИ С БОРТА СУДНА

Значительное количество футшточных наблюдений, выполненных в последние годы береговыми водомерными постами, позволяет разрешить ряд практических задач, связанных с колебанием уровня на наших морях.

Вопросы изменения амплитуд и характера прилива, скорости и направления течений, установления нулей глубин и т. д. имеют первостепенное значение в деле обеспечения безопасности кораблевождения. К сожалению, все явления, связанные с приливами, дают полную картину только лишь в сравнительно незначительном районе моря, непосредственно прилегающем к месту установки прибора, регистрирующего колебание уровня. Почти полное отсутствие наблюдений в открытой части моря не позволяет выявить характер распространения приливной волны а также не дает возможность с достаточной точностью построить карту котидальных линий для всего моря. Такое положение не раз отмечалось в статьях нашими гидрологами-гидрографами и иностранными учеными. Так, проф.

А. Дефант (A. Defant) в статье „Основы теории приливов и отливов [1] отмечает о необходимости производства наблюдений за приливами по возможности дальше от берега, ибо отсутствие до сего времени таких наблюдений не позволяет вывести картину часовых (котидальных) линий приливов в открытой части моря. Чрезвычайно важны наблюдения за колебанием уровня непосредственно в самом районе морского промера, так, как нуль глубин, вычисленный по данным футштока, установленного на берегу и находящегося на значительном расстоянии от района промера, не может удовлетворять требуемой точности. Наконец получение данных по колебанию уровня при определении течений на суточных станциях смогло бы значительно уточнить и ускорить обработку наблюдений. Все вышесказанное говорит за вполне своевременную постановку вопроса о необходимости производства наблюдений за колебанием уровня с борта судна в открытом море. Первые попытки таких наблюдений были сделаны японскими гидрографами K. Kuribayasi и U. Sanematu на п/х „Иодо" в Желтом море в 1931 г., [2] гидрологами А. Ф. Лактионовым и Л. Л. Балакшиным на л/п „Седов" в Карском море в 1934 г. [3] и автором настоящей статьи на л/п „Малыгин" в Карском море в 1937 г.

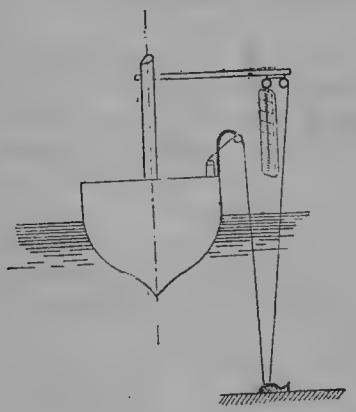


Рис. 1.

Содержание статьи японских гидрографов „О методе наблюдений приливов и отливов в открытом море, там где возможны стоянки на якоре", [4] сводится вкратце к следующему: с борта п/х „Иодо", стоявшего на одном якоре, опускался на тросе при помощи глубомера Сигсби груз, который касался дна лишь в момент отсчета уровня моря, остальное же время находился в расстоянии 1—2 м от грунта (рис. 1). Другой трос, проходя через два блока, укрепленных на выстреле, одним концом прикрепляется к грузу, другим — к указательной гире, которая имела стрелку, свободно скользившую по всей длине рамы-рейки. Сущность наблюдений сводилась к получению отсчетов высоты уровня моря. Отсчеты производились через каждые 10 минут, а к моменту малой и высокой воды промежутки между наблюдениями сокращались до 5 минут. Полученные данные авторы статьи рекомендуют исправлять: на 1) крен судна, 2) на наклон троса указателя, 3) на изменения глубины моря в месте наблюдения при условии постановки судна на один носовой якорь и неровного рельефа дна и 4) изменение глубины при циркуляции судна вокруг якоря.

Далее дается детальное описание работы такой установки, основанной на четырех опытах, произведенных на глубинах, колеблющихся от 10 до 37 м, и при различных гидрометеорологических условиях.

На основании анализа этих опытов можно сделать следующие выводы.

1. Вышеописанная установка вполне применима для производства наблюдений за колебанием уровня в открытом море с борта судна на незначительных глубинах. Это подтверждается хорошим совпадением

---

[1] A. Defant, Die Grundlagen der Theorie der Gezeiten. — „Marine Rundschau", № 6, 1934.

[2] K. Kuribayasi et U. Sanematu, Methode d'observation de la maree an large ba on il est possible de mohiller.—„Revue Hydragraphigue", Mai 1933.

[3] А. Ф. Лактионов и Л. Л. Балакшин, Глубоководные гидрологические наблюдения экспедиции на „Седове" в 1934 г.—„Труды Аркт. инст.", т. LXIУ, 1936, стр. 95—97.

[4] Краткое содержание работы K. Kuribayasi et U. Sanematu приводит также А. П. Ющенко в статье „Старое и новое о рыбе-лоте". „Записки по гидрографии", № 4, 1933, стр. 101.

кривой колебания уровня в течение суток, нанесенной по данным судового водомерного поста, с кривой мареографа (рис. 2).

2. Такой установкой, по мнению авторов, можно пользоваться в случаях, когда а) скорость ветра менее 15 м/сек., б) высота волны не превышает 2 м и в) бортовая качка не превышает 5°.

3. Авторы рекомендуют пользоваться рыбообразным грузом (рыба-лот) весом в 38 кг. На более значительной глубине вес груза увеличивать до 50 кг. Указанная форма груза удобна в том отношении, что оказывает меньше сопротивления течению и этим самым уменьшает наклон троса указателя.

4. Вес груза рекомендуется установить в $^1/_6$ разрывной прочности троса.

5. Наибольшая точность в отсчете получается при следующих условиях: а) глаз наблюдателя находится на одном уровне с указателем, б) отсчет в штилевую погоду производится непосредственно в момент

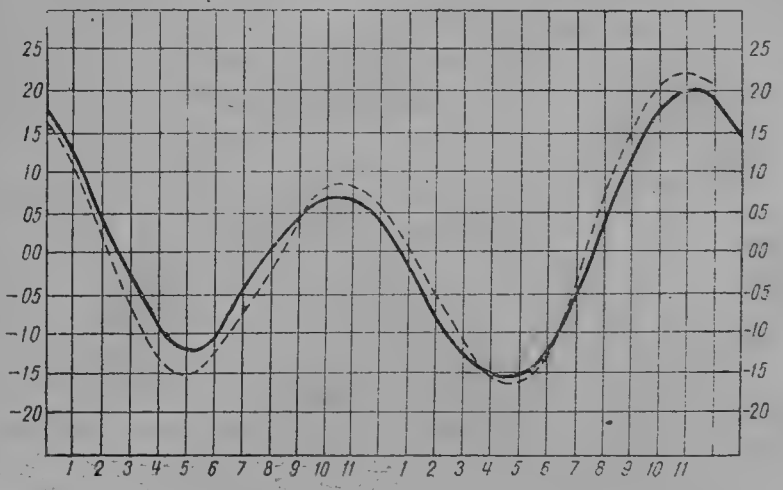


Рис. 2.

соприкосновения груза с дном, а во время качки судна, — после касания грузом дна.

6. Для того чтобы точнее уловить момент касания грузом дна, рекомендуется опускать его ручным способом.

7. При измерении крена судна положительные результаты дало применение V-образной трубки, наполненной жидкостью.

8. Наблюдения за уровнем рекомендуется вести через каждые 10 минут с сокращением промежутка наблюдений до 5 минут во время высокой и малой воды.

К сожалению, наблюдения за колебанием уровня не могли охватить более длительный период времени и ограничились только одними сутками. Сравнительно небольшие глубины (с максимальной в 37 м) не позволили выяснить возможность применения такого водомерного поста на большой глубине.

Производство футштоочных наблюдений с борта судна в советских экспедициях было поставлено впервые А. Ф. Лактионовым и Л. Л. Балакшиным на л/п „Седов" в 1934 г. в Карском море, во время стоянки у о. Уединения и о Визе. Наблюдения за колебанием уровня длились в течение трех суток (у о. Уединения) и семи суток (у о. Визе).

Характер этой установки заключался в следующем: судно становилось у припая на двух ледовых якорях. Через блоксчетчик одной из шлюпбалок был пропущен трос, имевший на одном конце груз, около 40 кг, опущен-

ный на дно. На противоположном конце троса привешивался противовес. К тросу прикреплялась обычная футштоковая рейка таким образом, чтобы часть ее находилась ниже поверхности воды. При повышении или понижении уровня соответственно поднималось и опускалось судно, и в то же время при наличии на дне груза и вращении блоксчетчика, через который проходил трос, нуль футштока не подвергался изменениям. Отсчет по рейке производился со льда и давал, по мнению авторов статьи, вполне удовлетворительные результаты.

В 1937 г. в Карском море на л/п „Малыгин" автору настоящей статьи удалось произвести шестисуточные наблюдения за колебанием уровня с борта судна в районе о. Уединение на глубине 18 м. Для подтверждения правильности применяемой футштоковой установки а также характера колебания уровня, измеряемого, сравнительно далеко от берега, были поставлены одновременные наблюдения с ледового футштока, расположенного к западу от радиостанции острова и в 200 м от берега. Расстояние между судовым водомерным постом и ледовым футштоком достигало 6 миль. Наблюдения на обоих постах охватывали период времени с 11 по 17 июля и велись ежечасно, причем в сроки полной и малой воды промежуток времени сокращался до 10 минут.

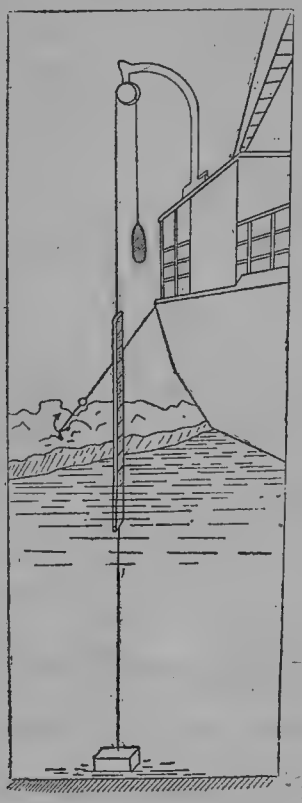


Рис. 3.

Методика наблюдений в основном была аналогичной, применявшейся на л/п „Седов" в 1934 г. (рис. 3).

Положение уровня отсчитывалось непосредственно с борта судна и не отражалось на точности отсчета вследствие того, что:

1) судно имело полный груз и таким образом сидело низко в воде,

2) наблюдения за колебанием уровня происходили около кормового помещения, т. е. с наиболее низкой части палубы,

3) рейка была установлена лицевой стороной к судну.

Результаты береговых и судовых футштоковых наблюдений приведены в прилагаемой таблице.

Судовые футштоковые наблюдения велись по времени V пояса, между тем как показания ледового футштока отмечались по среднему местному времени, поэтому при обработке и нанесении кривых колебания уровня береговые наблюдения были приведены ко времени V пояса.

На рис. 4 изображены две кривые колебания уровня по данным судового и берегового футштока с нанесенными положениями средних уровней, вычисленных как из ежечасных ординат за весь шестисуточный период, так и средних суточных уровней. Стрелками обозначено направление ветра, а рядом стоящая цифра характеризует силу ветра, выраженную в м/сек. Для более ясного сопоставления полученных данных кривые обоих постов были нанесены на один график (рис. 5).

Ввиду отсутствия нивелировки нулей обоих постов, их увязка была выполнена путем получения разности средних уровней за весь шестисуточный период наблюдений по береговому и судовому футштоку. Эта разность была введена во все ежечасные отсчеты берегового поста для приведения их к нулю судового футштока. Не безинтересно отметить, что как по амплитуде, так и по времени обе кривые дают хорошее совпадение. Наибольшее отклонение по времени было отмечено 14 июля в момент

наступления обоих малых вод, причем береговым футшточным постом это явление было отмечено на час раньше, чем оно было зарегистрировано на судне. За исключением этих двух случаев, значительных расхождений

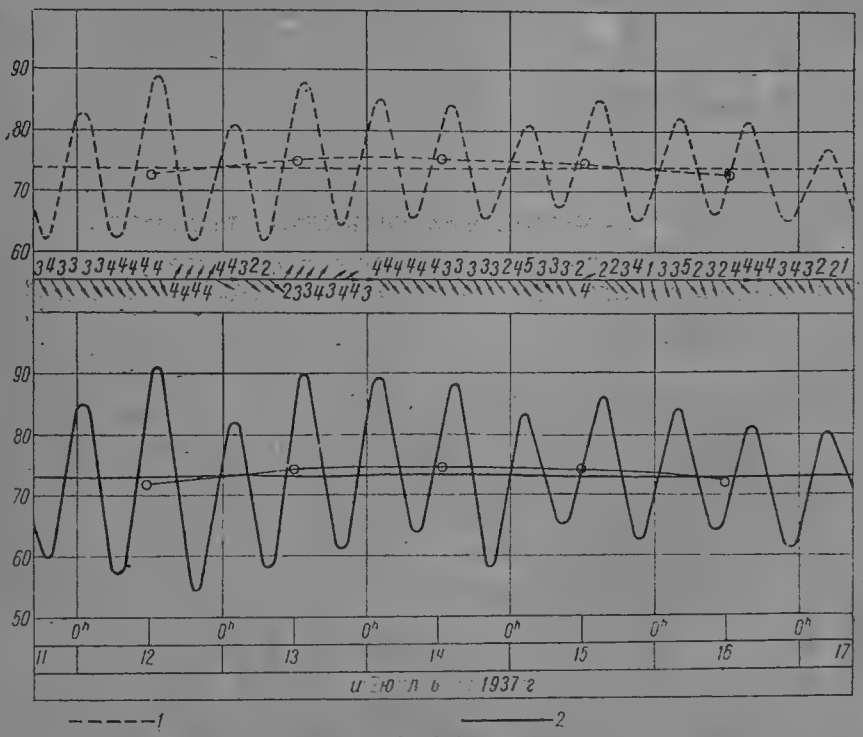


Рис. 4.

1 — наблюдения над приливами у о. Уединения; *2* — наблюдения над приливами с борта судна.

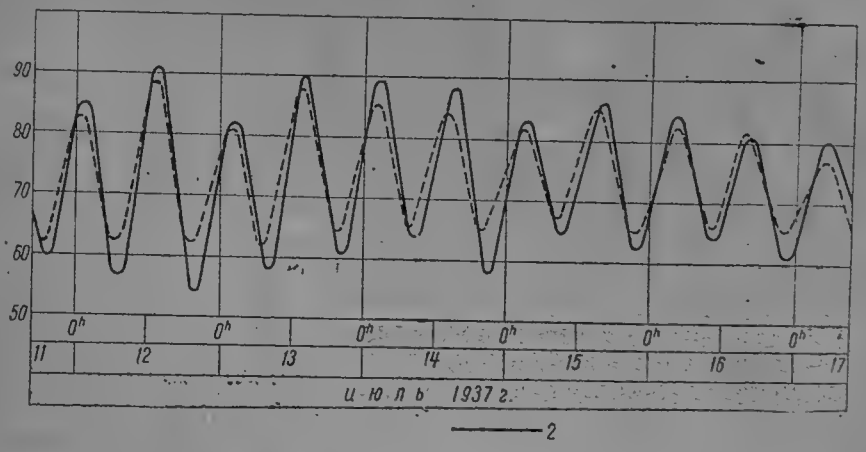


Рис. 5.

1 — наблюдения над приливами у о. Уединения; *2* — наблюдения над приливами с борта судна.

между моментами полных и малых вод не наблюдалось. Наибольшая разность в высотном отношении достигла 8 см во время наступления одной из малых вод 12 июля. Во всех остальных случаях расхождения высот полных и малых вод обеих кривых были невелики.

Таблица судовых наблюдений над приливами в районе о. Уединения с 11 по 17 июля 1937 г.

Дата	Часы по времени III пояса																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Σ_{24}	$\frac{1}{24}\Sigma_{24}$
1937																										
11/VII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67	62	60	60	65	72	78	—	—
12/VII	83	85	84	81	71	63	59	57	58	62	70	78	87	91	91	87	75	68	63	58	54	59	65	71	1720	71,7
13/VII	77	81	82	82	77	71	64	60	58	61	67	76	85	89	90	86	80	75	69	64	61	62	65	71	1753	73,1
14/VII	80	87	89	89	86	81	73	68	65	64	67	72	77	82	87	88	86	78	72	66	61	58	61	65	1802	75,1
15/VII	70	76	82	83	81	77	74	70	67	65	66	68	73	77	81	85	86	83	77	72	65	63	62	64	1767	73,7
16/VII	67	72	78	82	84	83	78	74	69	66	64	64	67	70	76	90	81	80	77	72	68	64	62	61	1739	72,5
17/VII	62	65	71	76	79	80	79	78	75	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица береговых наблюдений над приливами на о. Уединения с 11 по 17 июля 1937 г.

Наблюдения приведены в сантиметрах

Дата	Часы по времени III пояса																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Σ_{24}	$\frac{1}{24}\Sigma_{24}$
1937																										
11/VII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67	64	62	65	70	75	79	—	—
12/VII	82	83	82	75	69	65	63	62	64	69	74	79	86	89	88	82	76	70	66	62	62	65	69	74	1756	73,2
13/VII	78	80	81	80	77	72	66	62	65	69	75	80	85	88	87	85	80	75	70	66	64	68	72	76	1801	75,1
14/VII	80	83	85	84	80	76	71	66	65	69	72	76	80	83	84	83	80	76	70	66	65	66	68	71	1798	74,9
15/VII	74	77	80	81	79	75	72	69	67	68	70	74	77	80	84	85	82	78	73	69	66	65	65	67	1777	74,2
16/VII	69	72	75	79	82	80	77	73	70	68	66	67	71	75	79	81	81	79	75	72	69	66	65	66	1757	73,3
17/VII	67	69	72	74	76	77	76	73	70	65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Как это видно из чертежа (рис. 5), бóльшие амплитуды колебаний уровня в течение всего периода наблюдений отмечались футшточным постом, установленным с борта судна, между тем как меньшие амплитуды наблюдались ледовым футштоком, расположенным около берега. Наибольшая амплитуда в 37 см была отмечена 12 июля по судовому футштоку, а наибольшая амплитуда на береговом посту наблюдалась в те же часы тех же суток и равнялась 27 см. Наименьшая амплитуда колебания уровня в 12 см отмечена по ледовому футштоку 17 августа, тогда как в то же время судовой пост зарегистрировал амплитуду в 19 см. Эта сравнительно большая разница в амплитудах, достигающая 7—10 см, при вообще незначительных колебаниях уровня моря, объясняется повидимому наличием ледового покрова (припая) в районе расположения берегового футшточного поста. Наблюдения же с судна происходили у кромки льда, где колебания уровня в большей степени подвергались действию ветра и приливно-отливной волны.

Из полученных наблюдений видно, что прилив у о. Уединения носит полусуточный характер, причем амплитуда колебания уровня в течение шестисуточного периода наблюдений изменялась довольно равномерно, не искажаясь сгоно-нагонными явлениями, что объясняется устойчивыми ветрами, не превышающими 5 м/сек.

К сожалению, кратковременность наблюдений не позволила произвести вычисление гармонических и негармонических постоянных, но, тем не менее, данные наблюдений могут быть вполне использованы для вычисления характера прилива и для обработки промера.

ВЫВОДЫ

1. Опыт экспедиций на п/х „Иодо“, л/п „Седов“ и л/п „Малыгин“, производивших наблюдения над приливами с борта судов, выявил полную возможность применения вышеописанных футшточных установок на небольших глубинах в открытом море, как на чистой воде, так и при наличии припая.

2. Отклонение кривых, полученных по результатам одновременных наблюдений на двух футштоках, выполненных экспедицией на л/п „Малыгин“, обусловливается наличием ледового покрова (припая) в районе установки берегового водомерного поста.

3. При наблюдениях за колебанием уровня с борта судна, стоящего на одном якоре на чистой воде, рекомендуется применять рыбообразный груз (рыба-лот), который должен находиться на расстоянии 1—2 м от дна и только лишь в момент отсчета опускаться до дна.

В этом случае при обработке наблюдений необходимо учитывать ряд поправок, перечисленных в настоящей статье и вводимых экспедицией на п/х „Иодо“.

4. При наблюдениях за колебанием уровня с борта судна, прочно стоящего у припая на носовом и кормовом якоре, груз можно применять любой формы.

Преимущество этого способа заключается в простоте установки, требующей лишь наличия обычной футшточной рейки, троса и груза, быстроте установки и снятия футштока и введении всего лишь одной поправки на изменение осадки судна. Остальные три поправки, т. е. на крен судна, наклон троса указателя и изменение глубины, отпадают ввиду неподвижности судна.

5. Применение наблюдений за приливами с борта судна можно особенно рекомендовать на наших северных морях, имеющих преимущественно незначительные глубины.

6. Производство судовых водомерных наблюдений у берегового припая позволяет вести наблюдения за колебанием уровня и на большей глубине, так как устраняется необходимость установки судна на якорь.

В. И. СУХОЦКИЙ

О ВАЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ НА КАРТАХ И НАВИГАЦИОННЫХ РУКОВОДСТВАХ ПО РАЙОНУ СЕВМОРПУТИ, ИЗДАННЫХ К НАВИГАЦИИ 1940 года

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Морские навигационные карты по трассе Севморпути, издания Гидрографического управления Главсевморпути, вышли к навигации 1940 г. в соответствии со стандартом, принятым для морских навигационных карт СССР, издаваемых Гидрографическим управлением Военно-Морского флота.

Согласно упомянутому стандарту, на картах рельеф дна с глубинами от 0 до 5 м показывается темноголубой краской, а между 5 и 10-метровой изобатой — светлоголубой краской. На тех картах, где такую раскраску сделать затруднительно из-за приглубого рельефа дна, район с глубинами от 0 до 10 м показывается темноголубой краской, а от 10 до 20 м светлоголубой краской.

Осушки показываются светложелтой краской, фон берега имеет туже серую окраску, что и на картах печати 1939 г. Введенная раскраска делает карту более наглядной, так как районы малых глубин и особенно банок сразу бросаются мореплавателю в глаза.

При чтении карт Севморпути печати 1940 г. судоводителям следует иметь в виду то обстоятельство, что хотя на некоторых картах и показан рельеф дна краской, соответствующей определенным глубинам, но ввиду недостаточного количества глубин, по некоторым районам, раскраска сделана ориентировочно, поэтому полное соответствие обозначающей рельеф краски глубинам имеется только там, где границей краски является проведенная на основе глубин изобата.

Склонение на всех картах печати 1940 г. приведено к эпохе 1940 года.

ИЗМЕНЕНИЯ В КОМПЛЕКТЕ КАРТ СМП

Изъята карта 1063—„Северная часть Баренцова моря с островами: Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и Новая Земля“ и карта 1062—„Южные части Баренцова и Карского морей“, взамен которых издана одна карта 2529 — „Баренцево море от Шпицбергена до Новой Земли“ в масштабе 1 : 2 200 000. — Карты 1062 и 1063 больше издаваться не будут.

В связи с изданием бланковой карты района „от Гренландии до Новой Земли“ под № 2625 л. 1.—бланковой карте № 2625 района „от Земли Франца-Иосифа до мыса Барроу“ присвоен № 2625 л. II.

На основании „Извещений мореплавателям“ ГУ ВМФ № 280—1940 г. изъяты следующие карты: № 1491 — „Карские Ворота“, масштаб 1 : 100 000

№ 2602 — „План гавани и рейда о-ва Диксон“, масштаб 1 : 25000

№ 2628 — „Пролив Маточкин Шар“, западная часть, масштаб 1 : 50 000

№ 2629 — „Пролив Маточкин Шар“, восточная часть, масштаб 1 : 50 000

Более полные сведения об изъятых картах опубликованы в Извещениях Мореплавателям ГУ ВМФ“ за №№ 376, 377, 1940 г.

Все перечисленные карты издаваться больше не будут.

Карте 651 — „Северо-западная часть губы Лямчиной“ присвоен № 2614 с новым заголовком „Бухта Лямчина“. Карта охватывает тот же район, но пересоставлена и приведена к общепринятому стандарту (масштаб 1 : 50 000, глубины даны в метрах).

Карте № 772 „От Печорского залива до Югорского Шара“ присвоен № 2617 с новым заголовком. „От острова Варандея до Югорского Шара“. Карта охватывает тот же район, но пересоставлена и приведена к общепринятому стандарту (масштаб 1 : 200 000, глубины даны в метрах).

Карта № 621 — „Губа Дыроватая на W-м берегу острова Вайгач, а также карта № 482 „губа Белужья" и „бухта Самоед в Белужьей губе" — пересоставлены и помещены на один лист, которому присвоен № 2618 с приведением их к общепринятому стандарту — масштаб первой 1:20000, второй 1:40 000, третьей 1:10 000; глубины даны в метрах.

Карта № 679—„Вход в залив Миддендорфа", карта № 687 — „Якорные стоянки на о-ве Котельном" и вновь составленная карта „Бухта Марии Прончищевой" размещены на одном листе, которому присвоен № 2632.

Временный план бухты „Находка (Обская губа), показанный на сборном листе печати 1939 г. как план без номера, включен теперь на карту № 1034 — „Южная часть Обской губы с Тазовской губой". На эту же карту помещен новый план „Подход к косе Каменной (в Обской губе).

План „Подходы к устью реки Пайндте" (не имевший ранее номера) помещен на лист карты 2609 — „Обская губа и Енисейский залив" и отдельно издаваться не будет.

Карта № 1748 — „Подходы к м. Желания", карта № 446—„Мало-Кармакульское становище" и карта № 823 „Подход к радиотелеграфной станции в Карских Воротах (Вайгач)" помещены, после пересоставления, на один лист № 2632.

Помещавшийся ранее на карте № 823 „Подход к Югорской радиотелеграфной станции" из пользования изъят вовсе, а „Подход к радиотелеграфной станции Маррасале" помещен теперь на карте № 2608.

Картам без номеров: „Северная часть Тазовской губы" и „Южная часть Тазовской губы" присвоены номера соответственно 2652 и 2653.

Карте без номера „Остров Врангеля" присвоен № 2655.

Кроме того, вышли к навигации 1940 г. первым изданием следующие карты:

№ 2637 — „Архипелаг Норденшельда от о. Розмыслова до о. Приемный" (см. ниже—Карское море).

№ 2638 — „Подходы к островам Комсомольской Правды" (см. ниже — море Лаптевых).

№ 2615 — VII — „Река Колыма, Походская протока" (см. ниже Восточно-сибирское море).

№ 2636 — „Подходы к полярным станциям Чукотского побережья" (см. ниже Чукотское море)

№ 2634 — „Бухта Тикси и Быковская протока р. Лены", изданная вместо изъятой из пользования карты 1021.

ИЗМЕНЕНИЯ НА МОРСКИХ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТАХ КАРСКОГО МОРЯ

Район — от „Острова Диксон до архипелага Норденшельда"

Карта 2601. От о-вов Арктического института до полуострова Михайлова — масштаб 1:200 000. До 1939 г. на указанной карте имелись преимущественно только данные попутных и рекогносцировочных промеров, совершенно недостаточно освещавшие рельеф дна непосредственно к северу от о-вов Арктического института, а также к северу от параллели 75°20'N, в границах всей указанной карты. В результате произведенных промерных работ, карта пополнена глубинами как раз в тех районах, которые ранее были не обследованы.

Кроме того, выяснилось, что о-ва Артического института имеют большее протяжение на север, почти на 8 миль. В связи с этим положение островов на карте исправлено.

В связи с указанными работами также получили исправление следующие карты:

№ 1546 — Юго-восточная часть Карского моря от о-ва Диксон до о-вов Арктического института, масштаб 1:200 000

№ 2609 — Обская губа и Енисейский залив, масштаб 1:100 000
№ 2612 — От о. Диксон до о. Русский, масштаб 1:700 000
№ 1484 — Северная часть Карского моря (с изогонами) масштаб 1:1 700 000.

Район от острова Диксон до Игарки

Изменения на картах указанного района в основном идут за счет уточнения рельефа дна по материалам произведенных промеров, переоборудования неосвещенных знаков в освещаемые, установки новых створов, изменений в положении пловучего ограждения и увеличения количества его (буи, вехи). Так, например: на карте № 1162 — Река Енисей от мыса. Сопочная Корга до мыса Дорофеевского, масштаб 1:100000.

Нанесены — новый промер в районе Иннокентьевского створа и Зверевский освещаемый буй; изменено положение вех в районе мыса Ошмарино и положение буев и вех в районе к западу от мыса Сопочная Корга.

На карте № 1163 — Река Енисей от мыса Дорофеевского до о-ва Насоновского, масштаб 1:100 000.

В районе Иннокентьевского створа нанесен промер тот же, что на карте № 1162, в районе мыс Гостиный — Яковлева Коса — нанесено три освещаемых буя; нанесен освещаемый буй Насоновский.

На карте № 1164 — река Енисей от о. Насоновского до о-вов Мининских, масштаб 1:100 000

Створные знаки Никандровские нанесены как освещаемые, в районе Турушинской узкости нанесены две бочки.

На карте № 1695 — река Енисей от мыса Муксунинского до Усть-Енисейского порта, масштаб 1:100 000. К югу от о-вов Мининских нанесена О-ая веха; к западу от мыса Караульный навесен освещаемый буй и О-ая веха с шаром; знаки створа Караульный показаны как освещаемые, знаки створа Сеченского показаны как освещаемые; нанесен промер у Сеченской банки; нанесен буй к востоку от о. Большой и две бело-красных бочки, ограждающих Сеченскую банку.

К западу от о. Песчаный нанесено два освещаемых буя. Знак Коргинский нанесен как освещаемый, створные знаки на о. Большой нанесены как освещаемые. На Сеченском фарватере сняты 4 бело-красных бочки 5 W-ых вех и одна О-я. Нанесен буй к северу от о. Казанский. Створные знаки Казанцево показаны как освещаемые. Нанесен освещаемый буй у северо-западной оконечности косы Луковой. Нанесен освещаемый буй у мыса Селякинского: знаки освещаемого створа Селякинского; нанесены 5 О-ых вех по западную сторону о. Песчаный. Знаки створа Белый Песок нанесены как освещаемые. Нанесены освещаемые знаки створов Нижний Большой Хеты и р. Большая Хета. Нанесены буи—Большой Хеты Малохетский. Нанесен освещаемый знак Крестово.

На карте № 1489 — река Енисей от Усть-Енисейского порта до сел. Дудинки, масштаб 1:100 000.

Нанесены освещаемые буи: 2 — у мыс Крестовский, буй Фунтусовский, буй Ермиловский, буй Дудинский, счищен огонь Ермиловский. Створные знаки: Ермиловские, Нижненовоселенские, Верхненовоселенские, Нижне-Дудинские и Дудинские показаны как освещаемые.

На карте № 1488 — река Енисей от сел. Дудинки до о. Малого Лузинского, масштаб 1: 100 000.

Нанесен огонь на мысе Грибановский и, также как на карте № 1489, створные знаки Дудинские, Нижнедудинские и Верхненовоселенские показаны как освещаемые.

На карте № 1487 — река Енисей от о. Малого Лузинского до Липатниковской протоки, масштаб 1:100 000.

Нанесен освещаемый знак в 1 миле к N от р. Грязнуха.

На карте № 1485 — река Енисей от села Плахинского до г. Игарки, масштаб 1 : 100 000.

У селения Новоплахинского и юго-западной оконечности Осередыша, лежащего против р. Гравийка, нанесены освещаемые буи.

Район Архипелага Норденшельда

Карта № 2600. Южная часть Архипелага Норденшельда от мыса Фуса до о. Розмыслова, масштаб 1 : 100 000. Положение островов архипелага и рельеф дна уточнены по материалам гидрографических работ.

Крупные изменения состоят в следующем: а) уточнено положение и очертания островов Ледяные и Макарова, которые на карте печати 1939 г. были показаны пунктиром; б) нанесена банка, с глубиной на ней 4,4 м, расположенная в шир. = 76°34′, 4 N, долг. = 93°44′7 O, обнаруженная промером 1939 г., в расстоянии около 3 миль к западу от о. Макарова; в) нанесен промер пролива Матисена, произведенный на восток почти до меридиана 98°. В результате промера обнаружена банка с глубиной над ней 10,5 м в широте 76°24′ 5 N на меридиане 96°0. Остров Тыртов в связи с уточнением его положения, как оказалось, вовсе не входит в границы карты № 2600, а о. Юрт, наоборот, полностью входит на указанную карту. Кроме того, в связи с уточнением положения о. Петерсен на карту входят его южная оконечность и вновь открытые острова: Котовской, Граничный. Новый и Октябрь, расположенные к северу от параллели 76°30′N. В связи с указанными изменениями карта № 2600 вышла к навигации новым изданием.

Карта № 2637—Восточная часть Архипелага Норденшельда от о. Розмыслова до о. Приемный, масштаб 1 : 100 000. Карта составлена по материалам гидрографических работ и вместе с картой № 2600 такого же масштаба обеспечивает плавание проливом Матисена. На карту входят вновь открытые в Архипелаге острова: Дежнева, Матрос, Евгения Федорова, Норд и Коломейцева, и уточнено положение ранее известных островов.

Новые данные гидрографических работ, использованные для карт №№ 2600 и 2637 явились основанием для большой корректуры карт за №№ 2612, 1484, 1494 и карты нового издания № 1549 — „От островов Крузенштерна до о-ва Русский“. Масштаб 1 : 200 000.

ИЗМЕНЕНИЯ НА МОРСКИХ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТАХ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

К навигации изданы: карта 2638 — „Подходы к островам Комсомольской Правды“, масштаб 1 : 100 000.

Указанная карта охватывает район, заключенный между параллелями 76°55′—77°35′N и меридианами 105°30′—108°05′0.

До 1940 г. подробной карты указанного района не имелось, в силу чего мореплавателям приходилось при подходе к о-вам Комсомольской Правды, руководствоваться картой № 1494 — „От бухты Прончищевой до Архипелага Норденшельда“. Масштаб 1 : 700 000. Карта № 1494 не обеспечивала безопасного подхода к полярной станции на о. Самуила, ввиду недостаточной ее подробности, а также ввиду неточного положения на ней самих островов и необследованности рельефа дна в районе островов, имеющем ряд опасных банок.

Карта № 2632 — Бухта Марии Прончищевой, масштаб 1 : 50 000 составлена в 1939 г. по работам экспедиции Северного Ледовитого океана 1912—1913 гг. и работам 1935—1936 гг. На этом же листе карты помещены два плана: 1) Вход в лагуну Нерпалах, о. Котельный, масштаб 1 : 10 000, 2) Входы в залив Миддендорфа, масштаб 1 : 75 000. К сожалению, на последнем из указанных планов при печати карты вкралась опечатка на

рамке — вместо широты 75°57′ напечатано 75°37′, при внимательном рассмотрении карты ошибка легко обнаруживается из сопоставления других цифр, указывающих наименование делений рамки.

Карта № 2634 — Бухта Тикси и Быковская протока реки Лены", масштаб 1:100 000. Карта составлена в 1940 г. по работам гидрографических экспедиций 1934—1939 гг. Указанная карта охватывает район, заключенный между параллелями 71°15′—72°10′N и меридианами 128°20′—130°50′ О. С выходом этой карты из печати карта № 1021 — „Устье Быковской протоки реки Лены и бухта Тикси" (масштаб 1:73080), составленная в 1925 г. по работам, произведенным различными экспедициями в период с 1903 по 1921 г., изъята из пользования, как устаревшая, малодостоверная и имевшая неудовлетворительную нарезку (южная рамка вплотную резала о. Мостах).

Изменения на морских навигационных картах моря Лаптевых.

Карты № 2603 — Проливы Дмитрия Лаптева и Санникова и подходы к ним", масштаб 1:350 000;

№ 1378 — „От пролива Дмитрия Лаптева до устья реки Лены", масштаб 1:700 000;

№ 1504 — „От устья реки Лены до Хатангского залива", масштаб 1:700 000;

№ 1693 — „Новосибирские острова", масштаб 1:700 000;

№ 1694 — „От мыса Челюскин до Новосибирских островов", масштаб 1:1.000 000;

№ 1574 — „От пролива Бориса Вилькицкого до пролива Дм. Лаптева (с изогонами)", масштаб 1:1 500 000;

№ 1702 — „Северная часть моря Лаптевых"; масштаб 1:1 500 000, выходят из печати с большой корректурой, в связи с пополнением их новыми данными на основе произведенных гидрографических работ, уточнивших:

а) положение и рельеф обширной подводной банки в виде трех отрогов, имеющей наименьшую глубину 1,8 м в широте 74°0′N и долготе 139°31′0;

б) положение и размеры о. Малого Ляховского;

в) рельеф дна на подходах к проливу Дмитрия Лаптева с запада.

При пользовании картой № 1378 следует иметь в виду, что наименьшая глубина на банке в широте 72°11; 8, N и долготе 130°08 О по сообщению капитана т. Формаковского, не 4,4, а 3,2 м, о чем опубликовано в „Извещениях мореплавателям" за № 682.

ИЗМЕНЕНИЯ НА МОРСКИХ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТАХ МОРЕЙ ВОСТОЧНОСИБИРСКОГО И ЧУКОТСКОГО

Карта № 2615, лист VII — „Походская протока р. Колымы", масштаб 1:50 000. Составлена в 1939 г. по работам экспедиции 1937 г. и выходит к навигации первым изданием.

Карта № 2636 — Подходы к полярным станциям Чукотского побережья".

Мыс Шмидта, масштаб	1:50 000
Сердце-Камень „	1:10 000
Коса Двух Пилотов масштаб	1:75 000
Мыс Биллингса „	1:75 000

Карта составлена по работам 1939 г. и выходит к навигации первым изданием. Издание указанной карты преследует цель обеспечить подходы к якорным местам у перечисленных полярных станций, так как район Восточносибирского и Чукотского морей подробных путевых карт еще не имеет. Поэтому весьма желательно к концу навигации получить сообра-

жения и отзывы судоводителей, насколько выпуск этой карты удовлетворил их потребности.

Карты:

№ 1575 — „Восточносибирское и Чукотское моря", масштаб 1 : 1 500 000.

№ 1376 — „От устья р. Колымы до пролива Дмитрия Лаптева", масштаб 1 : 7000 000,

№ 1287 — „От устья р. Колымы до пролива Лонга", масштаб 1 : 1 000 000,

№ 2623 — „Чаунская губа", масштаб 1 : 200 000,

№ 1286 — „От пролива Лонга до мыса Лисбурн", масштаб 1 : 1 000 000.

№ 1507 — „От мыса Сердце-Камень до мыса Барроу

выходят из печати с большой корректурой, ввиду нижеперечисленных изменений, главным образом в части навигационных средств ограждения:

1) установлен огонь на мысе Большой Баранов,
2) установлен огонь на о. Крестовском,
3) установлен огонь Рыпильхин,
4) установлен огонь Джинретлен,
5) установлен огонь на о. Ратманова,
6) установлен огонь горы Лысой
7) установлен огонь на о. Ченкуль,
8) установлен огонь Шелагский Западный.
9) установлен освещаемый створ на п-ве Певек,
10) установлен огонь Путчше-Веемский (западный).

Последние три огня и один створ нанесены на карте № 2623 вручную из-за позднего прибытия корректурных материалов.

Карте — „Подходы к острову Врангеля", масштаб 1 : 500 000, с планом бухты Роджерса присвоен № 2655.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА О ХАРАКТЕРЕ КОРРЕКТУРЫ КАРТ, ВЫХОДЯЩИХ ИЗ ПЕЧАТИ К НАВИГАЦИИ 1940 ГОДА

Большая корректура

Карты №№							
1287	2626	1693	1702	2603	1378	1504
1694	1575	1574	1494	1484	2616	2609
2612	1548	2601	1546	1483	1544	2604
1032	2610	1487	1163	1162	1164	1695
1485	1486	2616	1488	1489	1493	1666
1570	2615	1034	2630	2606	1237	1047
1093	2619	1374	2627		1421	1541

По выходе из печати указанных номеров карт предыдущий тираж их, т. е. издание 1939 г., подлежит изъятию.

Малая корректура

Карты №№						
1056	1055	1751	1748	2613	1747
1033	1490	1370	1373	1540	2611
2620а	2620б	2550	2608	2615л1	2615лШ
1286	1282	2615лIV	2615лV	2623 2655	1501

По выходе из печати указанных карт предыдущий тираж, т. е. 1939 г., тоже годен, но при условии, что все они откорректированы по соответствующим „Извещениям Мореплавателям", издаваемым ГУ ВМФ.

Новое издание

Карты №№							
2600	1547	2607	1067	1549	679	1048	
687	1376	823	446	651	772	621	482

Все указанные карты печати 1939 г. негодны к навигации 1940 г.

ДОПОЛНЕНИЯ К ЛОЦИЯМ

К навигации 1940 г. вышли из печати следующие дополнения к лоциям:

1. Дополнение № 2 к Лоции Карского моря, ч. 1, исправленное по 1 января 1940 г. С выходом этого дополнения из печати, дополнение № 1—1939 г. аннулируется.

2. Дополнение № 1 к Лоции Карского моря, ч. II (Объ-Енисейский район), исправленное по 1 января 1940 г.

3. Дополнение № 2 к Лоции моря Лаптевых, исправленное по 1 января 1940 г. С выходом этого дополнения из печати дополнение № 1—1939 г. аннулируется.

4. Дополнение № 1 к Лоции Восточносибирского моря, исправленное на 1 января 1940 г.

5. Дополнение № 2 к Лоции Чукотского моря, исправленное по 1 января 1940 г. С выходом из печати этого дополнения дополнение № 1—1939 г. аннулируется.

Во все вышеуказанные дополнения включены все изменения, происшедшие по районам названных морей, новые данные, полученные в результате произведенных гидрографических работ, а также новые гидрометеорологические данные, обработанные Арктическим научно-исследовательским институтом Главсевморпути.

Кроме того, к навигации вышло новым изданием описание" Огни и знаки СЛО", исправленное по 15 мая 1940 г., находящееся в ведении Гидрографического управления Главсевморпути.

С выходом этой книги из печати, предыдущий тираж ее и Дополнение № 1 издания 1939 г. аннулируется.

В Дополнения к Лоциям вошли следующие изменения:

Дополнение № 2 к Лоции Карского моря, ч. 1 изд. 1938 г., исправленное по 1 января 1940 г., изд. Гидрографического управления Главсевморпути, 1940 г. Дополнение содержит все изменения, происшедшие по району Новой Земли и Карского моря с момента издания дополнения № 1. т. е. с 1 января 1939 г. по 1 января 1940 г. Кроме того, в дополнение включены новые гидрометеорологические сведения и данные по району архипелага Норденшельда в связи с гидрографическим обследованием последнего. С выходом из печати Дополнения № 2, Дополнение № 1 аннулируется.

Дополнение № 1 к Лоции Карского моря, ч. III, изд. 1939 г., исправленное по 1 января 1940 г., изд. Гидрографического управления Главсевморпути, 1940 г. В дополнение вошли все имеющиеся и новые данные по Обь-Енисейскому району с момента выхода лоции из печати по 1 января 1940 г. включительно. Изменения касаются главным образом навигационных знаков ограждения. Кроме того, даны новые гидрометеорологические сведения, полученные по работам Арктического научно-исследовательского института.

Дополнение № 2 к Лоции моря Лаптевых, изд. 1938 г., исправленное по 1 января 1940 г., изд. Гидрографического управления Главсевморпути, 1940 г.

В дополнение включены все изменения, происшедшие с момента издания Дополнения № 1, т. е. с 1 января 1939 года, а также включены новые данные по району о-вов „Комсомольской Правды" и рельефу дна в отдельных районах моря Лаптевых.

Кроме того, дополнение содержит новые гидрометеорологические данные, полученные по работам Арктического научно-исследовательского института. С выходом из печати Дополнения № 2, Дополнение № 1 аннулируется.

Д. Н. ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ И С. А. МЕЩЕРЯКОВ

ИЗ ИСТОРИИ ОСВОЕНИЯ РАДИОИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО СПОСОБА КООРДИНАЦИИ В ГИДРОГРАФИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ ГЛАВСЕВМОРПУТИ

Радиоинтерференционный способ координации (РИСК) является одним из способов, основанных на применении радиоволн. Этот способ предложен советскими учеными — академиками Л. И Мандельштамом и Н. Д. Папалекси и доктором технических наук Е. Я. Щеголевым. методика работ и аппаратура были разработаны под руководством авторов метода в ряде советских научных институтов. В Гидрографическом управлении Главсевморпути этот способ координации судна при гидрографических работах начал применяться с самых первых дней своего существования, и с 1936 г. один из комплектов радиодальномеров ежегодно направлялся в Арктику для проведения экспериментально-производственных работ.

В настоящей статье собран весь материал по работам радиодальномеров в море по каждому году работы. Полученные данные сравниваются, где это возможно, с геодезическими определениями, которые служили для радиоинтерференционного способа контрольными. Данные, полученные при работе в районе банки Ермака в 1938 г. и на л/п „Садко“ в 1939 г. не имеют в большинстве случаев контрольных измерений и являются основными измерениями по координации промера.

При составлении настоящей работы, помимо материала полученного непосредственно авторами, использован также материал, помещенный в отчетах начальников гидрографических отрядов, пользовавшихся радиодальномерами.

ПЕРВЫЕ РАБОТЫ

В 1935 г., после того как первые опыты по измерению расстояний радиоинтерференционным способом, проводившиеся Центральной лабораторией совместно с Институтом Аэрофотосъемки (ЦНИГА и К), дали положительные результаты, Гидрографическое управление Главсевморпути заказало Центральной радиолаборатории комплект аппаратов типа „МПШ-2“, состоявший из двух станций. Этот комплект позволял измерить только одну линию положения, т. е. не давал возможности определить место корабля. После опытов, проведенных с этой аппаратурой на Черном море, Гидрографическим управлением была заказана дополнительно одна отражающая станция типа „МПШ-4“. Таким образом, первый комплект радиодальномера в Гидрографическом управлении состоял из трех станций, одна из которых конструктивно отличалась от двух остальных. Весь аггрегат был назван „МПШ-2-4“.

В 1936 г. этот аггрегат был направлен в Арктику с заданием произвести всестороннее его исследование и экспериментальную работу при различных метеорологических и навигационных условиях; в задание включалось выполнение производственных работ в таком количестве, которое бы полностью и окончательно установило методику работы с этими приборами, даваемую ими точность, а также выявило бы необходимые конструктивные и монтажные изменения.

Кроме лиц, непосредственно участвовавших в разработке, специалистов, знакомых с новой аппаратурой, в то время не было, поэтому для работы в экспедиции были приглашены участники первых разработок инженеры И. М. Борушко и В. В. Мигулин; средний технический персонал был подобран из радистов-операторов, которые прошли краткосрочные курсы по радиодистанциометрии.

Работа производилась в проливе Карские Ворота, причем одна станция находилась на о. Б. Логинов, а другая на о. Воронов.

При первой работе в Арктике радиодальномером пришлось выдержать очень серьезные испытания. Наблюдения проводились на г/с „Вест" в сентябре и октябре. Постоянная тряска от работы моторов и чрезвычайная влажность воздуха вредно сказывалась на аппаратах, которые скорее напоминали собранную в один каркас лабораторную схему, нежели аппаратуру, предназначенную для работы в морских условиях. Радиодальномерные станции постоянно выходили из строя то из-за механических нарушений контактов, то из-за различных неполадок в электрической части схемы. Только благодаря большому опыту и настойчивости инженеров И. М. Борушко и В. В. Мигулина удалось держать две станции в годном для работы состоянии. Третья станция, с которой оперировали техники, работала только на очень близких расстояниях, вследствие чего все измерения, сделанные во время этой экспедиции, проводились только между двумя станциями.

За время работ было произведено 127 определений по пеленгу и одному расстоянию и лишь 4 определения методом засечек по двум станциям, причем одна станция находилась на расстоянии 39—41 км, а другая 7—10 км от задающей. Из этих 4 определений и была получена точность измерения расстояния радиодальномером. Погрешность измерения лежала в пределах $\pm$ 200 м. При наложении радиодальномерного расстояния на карту масштаба 1:100 000 определяемая точка не выходила из площади, занимаемой цифрой, обозначающей глубину, что являлось вполне достаточным для гидрографических и тем более навигационных целей.

Работы 1936 г. не дали больших производственных результатов, но они накопили большой материал для конструирования следующих моделей и позволили сравнить аппаратуру РИСК с другой радиотехнической аппаратурой, находившейся в экспедиции.

Помимо радиодальномеров и радионавигационных приборов, в отряде находились радиопеленгатор и эхоскоп. Радиопеленгатор был кустарной сборки; рамка с лимбом изготовлялась в мастерских Гидрографического управления, а приемник был взят фабричный, типа „БИ-234". За время работы радиопеленгатора вышли из строя два приемника, и только благодаря И. М. Борушко, имевшего с собой лабораторный макет приемника, который он приспособил к пеленгатору, работа последнего продолжалась. В результате наблюдений выяснилось, что фабричные приемники не выдерживали постоянной сырости, так как в них каркасы контурных катушек и трансформаторов низкой частоты набухали и рвали намотку.

Не лучше показал себя и эхоскоп системы „Ланжевена-Флорисона", с которым вообще не удалось работать вследствие того, что большая влажность и гигроскопичность деталей совершенно расстроили его электрическую схему. Инженеры, поставленные на эхоскоп, так и не добились его работы, выведя заключение, что без коренной переделки деталей такой эхоскоп в Арктике к работе непригоден.

Эти примеры приведены нами для иллюстрации того, что условия для работы радиоаппаратуры в Арктике, в особенности на мелких гидрографических судах, настолько своеобразны и требования к аппаратуре должны быть настолько серьезны, что не только обычные приборы, но специально морские не всегда дают нужный эффект.

Экспедиционные работы продолжались 1,5 месяца. За такой короткий срок невозможно было окончательно разрешить целый ряд вопросов технического порядка, большинство которых требовало безотказно работающей аппаратуры и систематических наблюдений. Однако проведенные работы подтвердили принципиальную возможность применения радиоинтерференционного способа координации при гидрографических работах,

а также были поставлены новые вопросы, подлежавшие дальнейшему изучению:

Основными из них являлись:

1) одновременное измерение двух расстояний,
2) совместное применение радиодальномера с радиопеленгатором и
3) измерение расстояний на ходу судна.

Работы 1937 года

Первая модель радиодальномера была рассчитана для действия на 30 миль. Такое расстояние не могло обеспечить координацию судового промера, проводившегося в большинстве случаев в значительном удалении от берега. Это обстоятельство вынудило заказать новую модель. К навигации 1937 г. Ленинградским индустриальным институтом был изготовлен комплект радиодальномера типа „МПШ-6".

Основное отличие его от ранее изготовленных заключалось в несколько иной схеме, новом конструктивном оформлении деталей и самого аппарата и увеличенном радиусе действия, так как аппарат „МПШ-6" был рассчитан для работ на 60 миль.

Для работы с новой аппаратурой в Гидрографическом управлении была создана радиодальномерная группа, в задачу которой входило:

1) обучение техников умению работать с аппаратами;
2) определение радиуса действия нового радиодальномера;
3) определение скорости измерения расстояния и времени, необходимого для определения места положения судна на якоре;
4) разработка принципов методики определения судна на ходу;
5) выяснение зависимости измеренного расстояния от различных условий работы.

Для проведения экспериментальных работ был выбран Кандалакшский залив Белого моря, располагавший большим количеством геодезических опорных знаков. Это позволяло определять местоположение корабля с большой точностью, что являлось абсолютно необходимым при проверке нового метода измерений расстояний.

К началу работ обслуживающий аппараты состав был ознакомлен с схемой и принципом их действия аппарата.

18 июля группа прибыла в район работ и сразу же приступила к высадке отражающих станций. Сначала обе станции установили в одном месте на мысе Турьем, для того чтобы техники могли воспользоваться помощью инженера. Через неделю один из старших техников настолько уверенно начал работать самостоятельно, что его возможно было оставить старшим оператором.

25 июля вторую отражающую станцию перебросили на о. Плоская Луда. Погода благоприятствовала работам, залив, защищенный от ветров был похож скорее на озеро. Выгрузка шла достаточно быстро; аппараты переносились подвешенными на мачту, зарядные аггрегаты перетаскивали на полозьях; общими усилиями были подняты мачты для антенны. К 31 июля обе станции могли работать, и группа приступила к тренировке персонала и отрабатыванию аппаратуры. Первые недели пошли исключительно на устранение различных неполадок в аппаратуре. Особенно много их выявилось в задающей станции, причем чем дальше она удалялась от отражающей станции, тем больше выявлялось всяких дефектов. Обычно вначале обнаруживались различные механические изъяны и неисправность работы электрических контактов, которые от тряски окончательно нарушились или вызывали замыкания. Эти недочеты всецело объяснялись недостаточной жесткостью конструкции аппаратов и монтажа.

При постройке новой аппаратуры опыт работы 1936 г. был еще недостаточно учтен, и некоторые ошибки первых конструкций повторялись

и в новой модели. К таким ошибкам следует отнести непрочность каркаса, сделанного из латунных уголков, сцепление фрикционной передачей конденсаторов передатчика с приемником и ряд более мелких недостатков.

Устранение дефектов шло параллельно с тренировочными работами. На задающей станции работали авторы настоящей статьи почти круглые сутки, так как приходилось регулировать аппарат, проверять его во время тренировочных испытаний и заряжать аккумуляторы. Для осуществления последнего у нас не было никаких приспособлений, позволявших производить зарядку без присмотра, вследствие чего переключение на зарядку приходилось делать пересоединением батарей. Таким образом подготовка к зарядке и работе требовала много времени, так как батарей было много.

Сутки были разбиты на три вахты: ночную, утреннюю и дневную. Примерно к 24 часам на судне кончались всякие работы. Нагрузка на динамо уменьшалась, и мы могли ставить аккумуляторы на зарядку, причем один из нас оставался дежурить. К 7 часам аккумуляторы были заряжены, после чего начинались измерения. Работы продолжались до тех пор, пока не разряжались аккумуляторы, от которых работал умформер, что обычно происходило часов через шесть. После измерений полученный материал передавался для вычислений инженерам-испытателям, а мы приступали к ликвидации замеченных во время работы неполадок. После устранения очередных дефектов и произведенных улучшений пересоединялись аккумуляторы, убиралось рабочее место, и рабочие сутки начинались снова в 24 часа зарядкой аккумуляторов.

Первые испытания продолжались, примерно, до 8 августа. На небольших расстояниях аппаратура работала удовлетворительно. Все наблюдавшиеся замыкания были устранены, получавшиеся измерения (табл. 1) говорили за то, что можно переходить к испытанию аппаратов на предельной дистанции, так как хотя отклонения от геодезического расстояния и получались до 300 м, но разброс в серии в среднем не превышал 100 м.

При первом же измерении большого расстояния от о. Вачева до мыса Турий неравномерность хода фрикционного привода сказалась настолько сильно, что невозможно было точно сосчитать количество полуциклов изменения фазы. При геодезическом расстоянии между этими пунктами, равном 74250 м, радиодальномеры дали расстояние 71900 и 72600, т. е. отклонение достигало $+2380$ и $+1680$ м. Естественно, что такие ошибки исключали возможность продолжать измерения на больших расстояниях. Для выяснения выявившегося дефекта был сделан перерыв в работе на 4 и 5 августа. За эти двое суток механиком Индустриального института М. И. Рзянкиным в Кандалакше был изготовлен и поставлен новый привод в виде шатуна.

Изменение конструкции привода повлекло изменения в монтаже передатчика и девиометра, причем эти работы выполнялись параллельно с механическими. После ухода группы из Кандалакши аппарат был испытан у о. Анисимов на расстоянии 111 км от о. Плоская Луда. Измерение показало полное удовлетворительное состояние аппарата, расхождение с геодезическим расстоянием равнялось 250 м. при среднем разбросе в серии в 90 и 40 м. Этим измерением начались работы по определению производственных возможностей радиодальномера. Судно становилось на якорь в различных местах Кандалакшского залива на разных дистанциях от одной и другой отражающей станции, и проводились определения его места геодезическим и радиоинтерференционным способами.

Полученные результаты сведены в табл. 2.

Из этой таблицы видно, что измерения проводились на различных дистанциях от 36 до 111 км, причем точность измерения не зависит от расстояния. Расхождения с геодезическими измеренными расстояниями

Таблица 1

Геодезические и радиодальномерные расстояния, полученные в Кандалакшском заливе в 1937 г.

№№ серий	№№ точки	№№ геод. опр.	Дата	Время	Место стоянки судна	Место отражающ. станции	$t°$ кварца	Цена градуса	Радиодальном. расстоян. R	$\pm m_R$	$\pm M_R$	Геодезич. расстоян. D	$D-R$
1	1	1	29/VII	5.25	Кереть	Мыс Турий	25	8,36	47050	170	70	46930	— 120
2	1	1	29/VII	21.50	„	Остров Пл. Луда	45	7,92	17100	80	30	16740	— 360
3	2	2	30/VII	3.00	Мыс Картеш	„ „ „	30	8,41	15400	209	70	15180	— 220
4	3	7	2/VIII	3.30	Островская	„ „ „	45	8,5	46900	220	80	46620	— 280
5	3	7	2/VIII	5.00	„	Мыс Турий	45	7,92	19450	—	—	20050	+ 600
6	4	8	2/VIII	10	Порья Губа	Остров Пл. Луда	45	7,92	53560	200	806	53260	— 300
7	4	8	2/VIII	17.30	„ „	Мыс Турий	45	7,92	40000	300	100	—	—
8	5	9	3/VIII	9.00	Остров Вачев	„ „	25	8,36	71900	630	260	74280	+ 2380
9	5	9	3/VIII	13.00	„ „	„ „	25	8,36	72600	450	150	74280	+ 1680

колеблются от 0 до 250 м, с отдельными отскоками до 470 м. Сравнивая данные табл. 1 с данными табл 2, можем заметить, что расхождения с геодезическими данными в первом этапе значительно больше, чем во втором, что дает полное основание говорить, что точность измерения опытными радиодальномерами определяется в наибольшей степени состоянием самой аппаратуры. Измерения, проведенные в различных направлениях с прохождением радиоволн над открытой морской поверхностью (Порья Губа — о. Плоская Луда) и при скольжении вдоль берега (о. Вачев — мыс Турий и Кандалакшский берег — о. Плоская Луда) показали, что прохождение радиоволн вдоль берега не сказывается на точности.

Это обстоятельство особенно выгодно отличает радиоинтерференционный метод от метода радиопеленгации, в котором как раз условия прохождения радиоволн являются основными факторами, ограничивающими точность пеленгования. После того как в аппаратуре были устранены механические дефекты, выявилось, что одна из кварцевых пластин могла колебаться с несколько другой частотой, чем это требовалось.

Переход с одной частоты на другую происходил самопроизвольно, и расстояние, измеренное при работе пластинки на одной и другой частотах, отличалось на несколько процентов.

Обнаружить этот дефект в начале экспериментальных работ не представлялось возможным, так как ошибки от разных причин накладывались друг на друга, и только после их устранения удалось обнаружить неисправность кварца. Опытным путем была определена новая разность частот, и по ней выяснялись расстояния для тех случаев, когда пластинка перескакивала на паразитную частоту. Было замечено, что последняя наиболее часто появлялась при подогреве кварцев. Чтобы избежать работы на паразитной частоте, которую в полевых условиях невозможно было точно определить, все измерения велись при неподогретом кварце. Так как частота кварцев значительно зависела от температуры, то последняя периодически фиксировалась в помещении рубки для того, чтобы хоть несколко уменьшить ошибки в изменениях от непостоянства частоты кварцевых эталонов. По данным градуировки температурный коэффициент постоянной радиодальномера в промежутке температур от 25° до 30° С равен 0,010 м/грд.

Для расстояния в 96 км. достаточно было ошибки в определении температуры кварцев всего на 3°, чтобы получить ошибку в расстоянии 380 м. Скорее всего этим обстоятельством и объясняются некоторые отскоки в измерениях, доходившие до 400 м, так как мы не могли измерить температуру самих кварцевых пластин.

Аппаратура отражающих станций вызывала значительно меньше неприятностей, так как она работала без постоянной тряски от судовых моторов, что обеспечивало стабильность их работы. За все время сами по себе отражающие станции не выходили из строя, однако аварии с подсобным имуществом заставили бездействовать радиодальномеры в целом. Имевшиеся в нашем распоряжении зарядные аггрегаты несколько раз выходили из строя. 23 июля произошла поломка магнито на мысе Гурьем, 27 июля вышла из строя динамомашина, 2 августа сломался зуб на распределительной шестерне двигателя на станции о. Плоская Луда, 3 августа аналогичная авария произошла на станции мыс Турий. Вследствие того что каждая авария вынуждала делать непроизводительные рейсы и тратить время для смены поломанных деталей, было решено на мыс Турий не заходить, и таким обарзом эта станция до 11 августа не работала.

Причины перечисленных выше поломок установить было чрезвычайно трудно, так как из-за отсутствия зарядно-разрядных щитков, зарядку устанавливали „на глаз“ и вполне возможно, что недостаточно квалифицированный состав допускал излишнее форсирование работы аггрегата, что и приводило к авариям.

Таблица 2

Геодезические и радиодальномерные расстояния, полученные в 1937 г. в Кандалакшском заливе

№№ серий	№№ точки	№№ геод. опр.	Дата	Время	Место стоянки судна	Место отраж. станций	t° кварца	Цена градуса	Радиодальном. расст.	$\pm m_R$	$\pm M_R$	Геодезич. расст. D	$D-R$
10	6	10	7/VIII	14.30	Анисимов	Остров Пл. Луда	38	8,45	110770	220	90	110510	— 260
11	6	10	7/VIII	9.50	„	„ „ „	38	8,45	110745	80	40	110510	— 235
12	7	11	8/VIII	2.05	Сеннуха	„ „ „	45	7,92	96130	210	80	96130	0
13	7	11	8/VIII	4.05	„	„ „ „	45	7,92	96250	190	70	96130	— 120
14	8	13	9/VIII	9.15	Анисимов	„ „ „	45	8,5	111400	270	160	111260	— 140
15	8	13	9/VIII	10.00	„	„ „ „	45	8,5	111520	330	150	111260	— 260
16	9	14	9/VIII	13.15	Сеннуха	„ „ „	45	7,92	96500	240	120	96460	— 40
17	9	14	9/VIII	14.50	„	„ „ „	45	7,92	96430	200	90	96460	+ 30
18	10	15	10/VIII	3.00	Канд. берег	„ „ „	45	7,92	36360	190	70	96370	+ 10
19	10	15	10/VIII	4.45	„ „	„ „ „	45	8,5	96590	170	70	96370	— 220
20	11	16	10/VIII	18.00	Мыс Турий	„ „ „	25	8,36	36600	200	80	36130	— 470
21	12	17	11/VIII	6.50	Остров Великий	„ „ „	25	8,36	36370	240	80	36130	— 260
22	12	17	11/VIII	10.15	„ „	„ „ „	25	8,36	36480	170	70	36130	+ 150
23	12	17	11/VIII	10.15	„ „	Мыс Турий	25	8,36	42290	110	60	42490	+ 200
24	12	17	11/VIII	14.13	„ „	„ „	25	8,36	42300	—	—	42490	+ 190
25	12	17	11/VIII	14.50	„ „	„ „	25	8,36	42250	130	40	42490	+ 240
26	13	18	12/VIII	2.30	Порья Губа	„ „	25	8,36	39856	277	72	39970	+ 114
27	13	18	12/VIII	4.20	„ „	Остров Пл. Луда	25	8,36	52940	230	90	53000	+ 60
28	14	19	14/VIII	9.00	Сеннуха	„ „ „	25	8,36	95800	130	50	96090	+ 290
29	14	19	14/VIII	10.45	„	„ „ „	25	8,36	95700	200	100	96040	+ 340

Поздний выход из Архангельска, также как аварии, дефекты, и в особенности, двуволнистость кварцев и, наконец, тяжелая ледовая обстановка в основном районе работ заставили воздержаться от направления радиодальномеров на производственную работу в Карское море.

Для получения дополнительных данных о работе радиодальномеров группой было взято разрешение продолжать экспериментальные работы в Белом море. Вследствие того что имевшееся в нашем распоряжении судно должно было уйти на гидрографические работы в Карское море, нами была сделана некоторая перестановка станций. Отражающая станция с мыса Турий была переброшена на о. Плоская Луда, расположенный вблизи с. Кереть.

Это перемещение позволило И. М. Борушко снова руководить составом двух станций и, кроме того, освобождало один комплект антенного хозяйства и зарядный аггрегат для задающей станции. Задающая станция была высажена на мыс Рай-Наволок, вблизи Кандалакши. Расстояние между станциями равнялось 11 3740 м. Измерения проводились по очереди, то с одной, то с другой отражающей станции.

После выгрузки и установки станции на мысе Рай-Наволок потребовался некоторый период для настройки аппарата под новую антенну. Первые измерения проводились с теми же кварцами, что и на судне, но при выгрузке был разбит единственный термометр, и поэтому нельзя было даже приблизительно определить температуру кварцев, так как температура воздуха менялась чрезвычайно резко. Для возможности работать с термометром была заказана новая пластинка кварца, которая оказалась тоже недоброкачественной и была заменена третьей пластинкой. Замена пластинок шла в процессе работы станций. Полученные за это время 250 измерений не могли, однако, служить для определения точности измерения и являлись скорее тренировочными.

Тренировка проводилась в основном на скорость работы. Однажды во время одного дежурства было проведено с техником т. Бейвель измерение серии в 40 — 50 измерений без перерыва. При подсчете оказалось, что на каждое измерение пришлось не больше 2 — 3 минут.

Такая тренировка проводилась для обеспечения работ по измерению расстояний на ходу судна. После окончательной регулировки термостата с третьей кварцевой пластинкой были сделаны 135 полноценных измерений в 9 сериях, от 5 до 30 измерений в серии. Последние две серии 8 и 9 сентября были проведены после сильного шторма при оборванной антенне, вследствие чего их достоверность не совсем надежна. Результаты этих измерений приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты измерений дистанции мыс Рай-Наволок—остров Плоская Луда

№	Дата	Число измер.	R	$\pm m_R$	$\pm M_R$	D	$D-R$
1	5/IX	12	113 830	170	50	113740	— 90
2	6/IX	13	113 600	230	60	—	+140
3	6/IX	10	113 900	380	120	—	—160
4	6/IX	31	113 590	160	30	—	+150
5	6/IX	5	113 890	140	60	—	—150
6	7/IX	14	113 730	130	30	—	+ 10
7	7/IX	4	113 760	180	90	—	— 20
8	8/IX	8	113 500	100	30	—	+240
9	9/IX	5	114 090	200	90	—	—350

Из таблицы вытекает, что среднеквадратичные погрешности серий имеют тот же порядок, что и первый период работы, т. е. от ±30 до

±120 м для серии и расхождения с геодезическим расстоянием от ±10 до ±150 м (исключены две последние серии).

Сохранение одних и тех же значений погрешностей и при работе на судне, стоящем на якоре, и на берегу говорят за то, что условия работы были примерно идентичными и на точности определений не отражались. Отскоки последних двух серий лишний раз подтвердили, что решающим элементом в работе является состояние самой аппаратуры.

За период работы с 18 июля по 19 сентября была получена полная производственная характеристика новой аппаратуры, характеризующаяся следующими данными:

дальность действия больше 60 миль;

точность измерения ±250 м вне зависимости от расстояния;

скорость одного измерения 3—5 минут.

Достаточно достоверное расстояние получается из серии в 5 измерений; время, необходимое для определения местоположения по двум станциям, занимает 50—60 минут.

Дальнейшее положение работ могло только накопить материал, которого было уже достаточно. Начавшиеся штормовые погоды могли затруднить снятие станций мелкими судами, вследствие чего было решено до прибытия одного из гидрографических судов, на котором можно было бы расширить работы, экспериментальные измерения прекратить. Ориентировочно в распоряжении группы имелся месяц времени до начала следующего этапа исследований. Этот период был использован для окончательного приведения в порядок радиодальномерных аггрегатов. Личный состав группы выехал в Ленинград, все подсобное хозяйство с продовольствием было оставлено на месте в складах, а аппаратура привезена в Ленинград и передана Лаборатории радиофизики ЛИИ для окончательной отделки.

В мастерских Гидрографического управления за это время были собраны переключатели для включения аккумуляторов на работу и на зарядку. Весь материал, полученный за время экспериментальных работ, был заново пересчитан и проанализирован, причем было установлено, что измерения, проведенные на якорных стоянках в районе мыса Рай-Наволок, оказались вполне достаточными и повторения не требовали. Очередной задачей группы являлось разрешение вопроса об измерениях на ходу.

Работы на ходу судна

В конце сентября стало известно, что г/с „Вест" возвращается в Архангельск и будет использовано для продолжения работ с радиодальномерами. Приход судна в Кандалакшу ожидался 10 октября. 8 октября группа выехала из Ленинграда в прежнем составе. Со стороны Ленинградского индустриального института и в этих работах принимали участие А. Д. Папалекси, Е. Я. Щеголев и И. М. Борушко.

11 октября г/с „Вест" прибыло в Кандалакшу, с 12 по 14-е число шла приемка груза и производился монтаж оборудования в радиодальномерной рубке, с 15 по 19-е происходила высадка и развертывание отражающих станций и с 20 октября начались работы.

Перед группой стояли две основные задачи:

1) выработать методику определения радиоинтерференционным способом местоположения судна на ходу и 2) определить точность этих определений путем сравнения радиодальномерных данных с геодезическими определениями.

Для решения этих задач, как и в предыдущих работах, две отражающие станции были развернуты в местах геодезических определений, а задающая станция находилась на судне.

Отражающие станции были расположены: на о. Плоская Луда со

старшим оператором т. Бейвель и на мысе Будрач, около порта Умба, со старшим оператором т. Платовым.

На судне работали авторы настоящей статьи. Методика измерений, выработанная во время первых экспериментальных работ, позволяли сравнительно быстро и просто определять расстояния на ходу судна.

Перед началом работы аппараты тщательно настраивались причем особенное внимание мы обращали на работу приемников, которые должны были все время находиться в настройке на приходящие от отражающих станций радиоволны, для чего операторы отражающих станций следили за распоряжением задающей станции. Измерения с одной и с другой станции проверялись по очереди. Естественно, что чем быстрее проводились измерения (при одинаковой их тщательности), тем точнее могли быть результаты.

Во время этих работ нам пригодилась тренировка на скорость работы, так как приходилось непрерывно работать по 2—3 часа подряд. Измерение начиналось с одной из частот, причем нами была выбрана частота $\varkappa$ (каппа). В тот момент, когда на осциллографе появлялась „гамма", начинался переход на другую частоту. Этим обеспечивалась максимальная точность, так как просто зарисовать угол как это делалось при измерениях на стоянке судна, было нельзя, вследствие постоянного изменения фигуры Лиссажу. В момент начала перехода пускался секундомер, регистрирующий его продолжительность.

При подходе к частоте α (альфа) оператор выжидал, пока из-за движения судна фигура Лиссаку не примет вид „гаммы". Этот момент и отмечался как конец перехода. Немедленно после регистрации „гаммы" и отметки времени на частоту α (альфа) начинался обратный переход к частоте $\varkappa$ (каппа). Таким образом, моменты окончания первого перехода и начала второго строго совпадали. Продолжительность второго перехода также определялась по секундомеру.

В результате наблюдений получались следующие величины:

$\Delta\varphi'$ — разность полных фазовых углов при переходе от одной частоты до другой (число „гамм" без одной),

t' — время первого перехода,

T — момент окончания первого и начало второго перехода,

$\Delta\varphi''$ — разность полных фазовых углов при втором переходе,

t'' — продолжительность второго перехода.

Разность фаз, соответствующая расстоянию судна от измеряемой станции в момент T, будет:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta\varphi' + \frac{t'}{t''}\Delta\varphi''}{1 + \frac{t'}{t''}}.$$

В формулу полной разности фаз входит отношение времени первого и второго переходов. Если обеспечить время перехода одинаковым, то отношение $\frac{t'}{t''}$ будет равно 1, и тогда разность фаз $\Delta\varphi$ будет средним от разности фаз $\Delta\varphi'$ и $\Delta\varphi''$, т. е.

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta\varphi' + \Delta\varphi''}{2},$$

причем значительно упростится процесс измерения. Однако достигнуть одинакового времени перехода при перенастройке аппаратов вручную затруднительно, и этот вопрос может быть разрешен только введением автоматики.

Для того чтобы получить расстояние, надо разность фаз умножить на радиодальномерную постоянную.

Вышеизложенный процесс измерения поочередно производится с каждой отражающей станцией. Приведение расстояния, полученного по двум станциям к одному моменту для возможности определения места корабля, производилось графически. Для этого строились кривые изменения расстояния с течением времени, по каждой станции. Из этих кривых легко получить расстояние для любого момента времени. Практически измерения на ходу судна производились нами следующим способом.

Таблица 4

Результаты определений мест г/с „Вест" на ходу по радиодальномерам „МПШ-6" при геодезическом контроле

№	Время измерения	*D*—геодезически		*R*—Радиод.		*D*—*R*	
		Мыс Будро	Пл. Луда	Мыс Будро	Пл. Луда	Мыс Будро	Пл. Луда
66	$9^h28^m40^s$	15250	39160	14800	38800	+450	+360
67	32 00	15780	38940	15300	38450	+480	+490
68	34 32	15920	39180	15650	38750	+270	+430
69	35 42	16080	39270	15850	38950	+230	+320
70	45 51	17680	40460	17350	40200	+330	+260
71	49 43	18300	49980	1800	40650	+300	+330
72	54 04	19000	41450	88550	41150	+450	+300
73	59 37	19830	41960	19500	41900	+330	+ 60
74	$10^h05^m06^s$	20910	42970	20400	42500	+510	+470
75	13 12	22400	43950	21650	43650	+750	+300
76	15 00	22630	44130	22000	43950	+630	+180
77	16 30	22850	44200	22250	44100	+600	+100
78	18 30	23210	44290	22600	44300	+610	— 10
79	28 16	24460	43370	24150	43550	+310	—180
80	34 16	25440	43000	25150	42950	+290	+ 50
81	39 05	26170	42790	26100	42350	+ 70	440
82	43 01	26720	42720	26700	42100	+ 20	600

Галс № 2 22/X 1937 г.

Во время измерения операторы отражающей станции непрерывно следили за распоряжением задающей станции. На последней одновременно работали два человека, оператор у аппарата и его помощник с секундомером и на записях. В момент начала перехода фаз оператор задающей станции подавал команду „начали", по которой помощник пускал секундомер. При подходе на другую частоту оператор говорил „альфа" и сообщал помощнику количество „гамм", что означало конец первого перехода и начало второго; помощник фиксировал длительность перехода и момент *T*. Время *T* определялось по часам, которые должны быть сверены с часами, по которым координируют гидрографические работы. Конец второго перехода извещался командой „каппа", после которой оператор сообщал количество „гамм" во втором переходе и начинал измерение с другой станции. Одно измерение длилось не более двух минут, причем измерения проводились без перерыва на всем протяжении промерного галса и длились иногда часа три-четыре.

Такая методика требовала весьма большого напряжения от операторов. При четкой организации работы помощник успевал не только фиксировать данные, но и производить часть вычислений.

Обыкновенно перед работой заготовлялись и разграфлялись бланки, в которые и заносились данные измерений и вычисленные результаты. Работы на ходу судна проводились с 21 по 31 октября на различных расстояниях по галсам разных направлений, как прямым, так и с поворотами.

Всего было сделано около 550 определений на 9 галсах. Иллюстрацией полученных результатов служит табл. 4. Если сравнить данные этой таблицы с данными, полученными при измерениях на стоянке на якоре, бросается в глаза значительно меньшая точность измерений, причем в течение одного галса отклонение от геодезического определения колеблется от 180 до +750 м, вне зависимости от расстояния. Во время измерения встречались отклонения до 3 км и в то же время совпадение с геодезическими до +5—10 м. Такие разбросы говорят о значительной сложности обстановки измерений, в которой невозможно было учесть влияния всех факторов.

В результате проведенных опытов был получен достаточный материал, который в дальнейшем был подвергнут тщательному анализу. В настоящее время имеются уже совершенно определенные заключения о том, что измерения на ходу судна можно производить с такой точностью, как и измерения на стоянке, для чего требуется более детально проработать методику измерений и, главное проверить ее на опыте, что мы до сего времени еще не имели возможности сделать.

Работа на ходу судна показала, что при большей автоматизации измерительного процесса радиоинтерференционный способ координации может с успехом применяться для судовождения в тумане. Результаты последних работ окончательно убедили судоводительский и гидрографический состав в необходимости продолжения работ с радиодальномерами. Один случай заслуживает того, чтобы на нем немного остановиться.

30 октября, примерно в середине дня, внезапно налег такой туман, что производить контроль наших измерений геодезическим способом стало совершенно невозможно. Было решено итти на стоянку, причем штурманский состав вел прокладку своим способом, а мы решили поработать „для себя“ и вели параллельно прокладку курса по нашим данным.

Вначале эксперимент рассматривался как случайный опыт „дальномерщиков“. Судно шло спокойно и уверенно, руководствуясь навигационным счислением пути и только частые сигналы сирены, разносившиеся в белой пелене тумана, говорили о какой-то опасности и неуверенности..

Мы продолжали делать измерения и через каждые 2—3 минуты давали местоположение судна, причем наши данные расходились с данными судового счисления, но штурманы весьма недоверчиво к ним относились, мы же не имели возможности опровергнуть данные счисления. Через некоторый промежуток времени судно делает поворот по курсу в бухту Порья Губа, а по нашим данным на Столбовые Луды. Такое расхождение вызывает известную тревогу судоводителей, возникает горячий спор, обрываемый возгласом вперед смотрящего „Остров по носу!“ Действительно из тумана выплыла темная громада скалистого острова, неожиданно ставшая твердым основанием для дальнейшего развития нового метода координации. Авария была предотвращена, и далее до самой стоянки судно шло только по радиокоординации.

В ознаменование XX годовщины Великой Октябрьской социалистической революции наша группа включилась в социалистическое соревнование. Мы взяли на себя обязательство безаварийно провести экспериментальные работы и закончить их к 1 ноября. Обязательства были выполнены, и группа получила материал в количестве большем, чем это предписывалось техническим заданием. Работы 1937 г. доказали, что радиодальномеры работать в Арктике будут.

Радиодальномеры на производственной работе

Экспериментальные работы 1937 г. полностью подтвердили возможность и рациональность применения радиоинтерференционного способа координации при гидрографических работах. В 1938 г. радиодальномеры были направлены на производственную работу на г/с „Папанин“.

Радиодальномерная группа состояла частью из работников, работавших с аппаратом в 1937 г., частью из новых лиц, поступивших в Гидрографическое управление после окончания техникума связи. Общая техническая подготовка группы была достаточно удовлетворительной.

Перед выездом в Арктику были проведены небольшие поверочные работы под Ленинградом. В механической мастерской Гидрографического управления были изготовлены зарядные щитки для задающей и отражающей станций. Несмотря на то, что щитки были сделаны на „скорую руку", в дальнейшей работе они принесли много пользы. Работа в экспедиции разделялась на два этапа:

1) проверочные работы в проливе Карские Ворота и

2) производственные работы в Карском море при обследовании банки „Ермака".

В проливе Карские Ворота радиодальномерная координация дублировалась навигационным способом; отражающие станции находились на о. Б. Логинов и о. Красный.

За этот период было сделано около 180 измерений в 20 сериях от 3 до 14 измерений.

Результаты измерений приведены в табл. 5.

Таблица 5

Сравнительная таблица радиодальномерных и геодезических расстояний, полученных в 1938 г.

Дата	Пункты, из которых производились измерения	Расстояние по радиодальном. R	Ошибка серии Р. Д. $\pm m_R$	Ошибка геодез. расст. $\pm E$	Геодезич. расстояние D	$D-R$
24/VII	Остров Логинов . .	23460	95	42	23514	54
26/VII	„ Красный .	12020	55	5	11877	—143
27/VII	„ „ .	31220	60	50	31167	— 57
27/VII	„ Логинов . .	15230	60	50	15198	— 32
28/VII	„ Красный .	22435	50	62	22229	—208
29/VII	„ Логинов . .	23280	110	62	23361	+ 81
29/VII	„ „ . .	23365	30	62	23361	— 4
29/VII	„ Красный .	26200	80	62	26307	+107
30/VII	„ „ .	26000	65	—	26307	+307
30/VII	„ „ .	26390	45	—	26307	— 83
31/VII	„ „ .	11750	50	48	11750	0
1/VIII	„ Логинов . .	11065	25	48	11300	+235

Параллельно с данными, полученными при помощи радиодальномеров, в таблице приведены также геодезические измерения расстояний. Интересно отметить, что средне квадратичные ошибки серии радиодальномерных наблюдений одного порядка с ошибками, получаемыми при навигационном определении места. Это явление лишний раз говорит за то, что радиодальномеры даже в современном, далеко не оконченном состоянии могут давать измерения, идентичные навигационным, произведенным в самых хороших условиях.

После работы в проливе Карские Ворота г/с „Папанин" перешло в Карское море на обследование банки „Ермака", находящейся в открытом море, т. е. вне видимости берегов. Задачей радиодальномерной группы было обеспечить координацию промерных галсов, для чего было решено определить координаты четырех вех, по которым в дальнейшем и проводить координацию промера—положение вех было определено, и только координаты одной вехи вызывали некоторые сомнения, но остальные три вехи полностью обеспечили выполнение промерных работ. (табл. 6).

Таблица 6

Радиодальномерные определения в районе банки „Ермака"

№ опр.	Дата	Направление	Число измер.	R	$\pm m_R$	$\pm M_R$
1	17/VIII 1938 г.	Рингнес	6	38440	410	180
		Крайний	8	41780	190	70
2	18/VIII	Рингнес	13	38870	390	100
		Крайний	10	39000	340	100
3	18/VII	Рингнес	9	39440	290	100
		Крайний	9	36790	230	40

В навигацию 1938 г. радиодальномеры работали менее стабильно, чем во второй период 1937 г. Причиной этого явления надо считать то обстоятельство, что при длительных переходах в условиях штормовой погоды, которой изобиловал 1938 год, растрясли аппаратуру, которая все-таки была недостаточно жестка, и поэтому после каждого перехода перед измерениями приходилось много времени тратить на ликвидацию повреждений.

Во время работы подтвердилась абсолютная необходимость увеличить механическую жесткость аппаратов, пока же они требовали на определение координат одного пункта затраты от 4 до 12 часов.

Со своей задачей радиодальномерная группа полностью справилась и установила возможность производственного использования радиодальномеров. Опыт работ 1938 г. показал также возможность значительно облегчить аппаратуру в целом, в частности обходиться половинным комплектом аккумуляторов без ущерба для работы. Уменьшение количества аккумуляторов облегчает выгрузку береговых партий и позволяет для зарядки пользоваться менее мощным аггрегатом, который также более удобен в транспортировке. Для подвески антенны отражающей станции применялись мачты, состоявшие из двух звеньев, вместо трех применявшихся в 1937 г. Мачты были сделаны более прочными при сохранении их прежней высоты в 18 м.

Все эти мелкие, на первый взгляд, улучшения имеют очень большое значение при работе в малодоступных районах с плохими подходами, где каждый килограмм груза вызывает задержку судна и этим самым уменьшает рабочее время.

В навигацию 1939 г. для производства систематического промера были выделены ледокольные пароходы „Малыгин" и „Садко". Координирование промера на этих судах было предложено произвести радиоинтерференционным способом.

Имевшаяся в Гидрографическом управлении аппаратура „МПШ-2-4" после работ 1937 г. настолько расшаталась, что использовать ее не было никакой возможности. Аггрегат „МПШ-6", после возвращения из экспедиции, нуждался также в капитальном ремонте.

Вследствие указанных причин предстояло проделать большую работу по восстановлению аппаратуры и увеличению радиуса ее действия. Опыта работы с радиодальномерами на больших металлических судах не было, естественно, что возникали сомнения, будут ли вообще работать на них эти приборы и какую дальность действия можно будет получить, а также—насколько надо упрочить механическую часть аппаратуры, чтобы она выдержала удары при формировании ледоколом льда. Все эти вопросы, разрешенные после первого года работы, в то время заставляли задумываться и обращать особое внимание на прочность конструкции. Механическое изготовление радиодальномеров проводилось в мастерских Гидрогра-

фического управления. Механики не были знакомы с технологией изготовления радиоаппаратуры, которая изготовлялась в этой мастерской впервые и при этом по неполным чертежам. Эти причины вызывали ошибки, которые задерживали выпуск аппаратуры из мастерской, а также вызывали переделки при электрической настройке ее. Ряд узлов все же удалось сделать более прочно, чем это было раньше. В общем в мастерской Гидрографического управления было изготовлено два комплекта новых радиодальномеров „МПШ-4“ и „МПШ-6“. Затратив большую часть времени на механическое изготовление, мы не имели возможности окончательно отработать аппаратуру в электрическом отношении, вследствие чего несколько раз поднимался вопрос о нецелесообразности направления радиодальномеров в экспедицию. В конце концов все же решено было радиодальномеры направить в район работ, как дополнительное средство координации. Аппарат „МПШ 6“ был направлен в море Лаптевых на л/п „Малыгин“, а аппарат „МПШ-4“ в Карское море на л/п „Садко“.

В экспедиции аггрегат „МПШ-4“ постоянно преследовали какие-либо неприятные неожиданности, начиная с того, что у него в дороге, от тряски, вышло из строя большинство генераторных ламп и на районе работ на три станции приходилась только одна запасная лампа, что создало постоянную угрозу в работе. Не меньше огорчения пришлось испытать во время установки мачт, которые мы должны были получить согласно чертежам, нам привезли тяжелые слеги в 1½ раза толще чем требовалось, да еще из сырого дерева. Поднять мачту в 18 м высотой не было никакой возможности. Пришлось на одной станции поставить мачты высотой в 14 м, для антенны второй отражающей станции мачты были стесаны до необходимой толщины, и их удалось поставить нормальной высоты.

Во время работы произошли еще две аварии. На одной отражающей станции вышел из строя зарядный аггрегат (сломался коленчатый вал мотора „В-3“); как потом выяснилось, такие поломки были обычны для этих моторов, но эта „обычная“ поломка в наших „необычных“ условиях могла сорвать всю работу. К счастью, на судне случайно оказался еще один зарядный аггрегат, который и был использован. Перед самым концом работы в радиодальномерной рубке на л/п „Садко“ загорелся зарядный щит во время зарядки аккумуляторов. С момента последнего наблюдения за зарядкой и до конца пожара прошло 25 минут, так что их аппаратура от огня не пострадала, но при тушении пожара она была настолько залита морской водой, что казалось—нет никакой возможности ее восстановить. Пришлось разобрать часть деталей, промыть их пресной водой и спиртом, переделать часть монтажа и перемотать наиболее пострадавшие катушки. Ремонт длился около 4 суток, и к тому времени, когда просохли аккумуляторы, станция заработала снова. Этот далеко не полный перечень аварий наглядно говорит о том, что в экспедиционных условиях любая часть аппаратуры является ответственной и в случае аварии может вывести из строя весь аггрегат. При подготовке к работе надо отделывать все до мельчайших деталей, что только и может обеспечить бесперебойность работы.

Для того чтобы охватить радиодальномерами наибольшую площадь района работ, отражающие станции были установлены—на о. Скотт-Гансена и на о. Рингнес.

На о. Скотт-Гансена станция была расположена в самой высокой части острова около навигационного знака. Высота станции над уровнем моря была около 100 м. Станция на о. Рингнес находилась на месте прошлогоднего расположения отражающей станции около астропункта.

Первые десять дней проводилась окончательная настройка аппаратуры, после этого приступили к производственным измерениям. Измерения проводились в основном по одной отражающей станции на о. Рингнес, так как станция на о. Скотт-Гансена бо́льшую часть времени не работала. Измерения по одной станции не давали точного местоположения судна, но

они позволяли хорошо корректировать счисление. За время с 7 августа по 4 сентября было произведено 27 измерений, большая часть которых была удовлетворительна и использована при камеральной обработке. Результаты измерений сведены в табл. 7.

Таблица 7

Расстояния, полученные в навигацию 1939 г. на л/п „Садко" радиодальномерами „МПШ-4"

№№ п/п	№ станции	Дата	Время	Расположение отражающей станции	Расстояние по Р/Д
1	1	7/VIII	05.00	Рингнес	55 734
2	1	7/VIII	05.40	Скотт-Гансен	46 956
3	2	8/VIII	01.20	Рингнес	21 886
4	2	8 VIII	02.00	Скотт-Гансен	53 062
5	3	8/VIII	06.15	Рингнес	65 735
6	4	8/VIII	10.25	„	83 025
7	5	11/VIII	01 30	„	19 580
8	6	12/VIII	06.00	„	54 742
9	7	13/VIII	05.30	„	9 760
10	8	14/VIII	04.08	„	55 792
11	9	15/VIII	16.35	„	62 800
12	10	16/VIII	01.00	„	70 988
13	11	16/VIII	05.05	„	71 047
14	12	17/VIII	01.55	„	97 994
15	13	17/VIII	16.20	„	118 641
16	14	18/VIII	06.00	„	125 445
17	15	18/VIII	10.45	„	120 783
18	16	18/VIII	16.35	„	119 540
19	17	19/VIII	16.45	„	128 562
20	18	20/VIII	10.45	„	39 7 5
21	19	22/VIII	01.48	„	106 051
22	20	22/VIII	10.18	„	97 222
23	21	22/VIII	16.08	„	104 017
24	22	23/VIII	03.15	„	113 332
25	22	23/VIII	04.10	Скотт-Гансен	52 609
26	23	3/IX	05.00	Рингнес	172 989
27	24	4/IX	05.40	„	182 000

Благодаря радиодальномерным измерениям, 50% промера, который без них был бы только рекогносцировочным, удалось использовать как систематический. Применение радиодальномеров в экспедиции даже в далеко не обработанном состоянии дало увеличение производительности работ на 7—10%.

Кроме производственных результатов, с гидрографической точки зрения, работа 1939 г. имеет большое радиотехническое значение.

Во время работы измерялись расстояния от 19 до 180 км. В предыдущие годы максимальное расстояние, измеренное радиодальномером, было 113 км, причем измерения производились на более длинных волнах, чем теперь. Результаты работ 1939 г. дают основание к проектированию более мощных и более точных радиодальномеров. Попутно был также полностью разрешен вопрос о возможности работы радиодальномеров на больших металлических судах. В техническом отношении этот материал имеет большое значение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Весь период освоения радиодальномеров в Гидрографическом управлении, особенно 1939 год показал необходимость особенно тщательной отработки аппаратуры, вследствие чего, как только аггрегат „МПШ-4" прошел текущий ремонт, он был направлен на полевые испытания. С января 1940 г. под Ленинградом производилась проверка в работе всего прибора,

улучшались отдельно части схемы, некоторые из них видоизменялись в соответствии с новыми лампами, выпускаемыми нашей промышленностью.

Это позволило к навигации 1940 г. подготовить аппаратуру полностью для уверенной и бесперебойной работы.

Нет еще и пяти лет, как радиоинтерференционный способ координации начал внедряться в гидрографические работы. За этот короткий срок была проделана весьма большая работа. Если в прошлые годы большинство гидрографов относилось к радиодальномерам с известным пренебрежением, то сейчас это положение изменилось в корне, и если еще и раздаются голоса против радиодальномеров, то только потому, что сама аппаратура еще не доработана до нормального производственного состояния.

Гидрографы хотят видеть радиодальномер таким же надежным прибором, как эхолот, но многие забывают, что потребовалось около пятидесяти лет для того, чтобы эхолот дошел до современного состояния, причем вопросом эхолотования занимался целый ряд стран. Сейчас уже не возникает ни малейшего сомнения, что и радиоинтерференционная дистанциометрия в приложении к гидрографическим работам открыла весьма широкие горизонты и в деле окончательного освоения трассы Северного морского пути радиодальномеры безусловно сыграют чрезвычайно важную и почетную роль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мандельштам Л. И., Папалекси Н. Д. — „Журнал техн. физики", № 6 за 1937 г.
2. Щеголев Е. Я.—Сборник „Северный морской путь", X вып.
3. Виллер К. Э.—„Журнал техн. физики", № 6.
4. Щеголев Е. Я.—Сборник „Северный морской путь", вып. XVI.
5. Мещеряков С. А. и Преображенский Д. Н.—Сборник „Северный морской путь", вып. XIV.

И. М. РОГАЧЕВ

КРАТКИЙ ОБЗОР МАГНИТНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ ЭКСПЕДИЦИЯМИ И ОТРЯДАМИ ГИДРОГРАФИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГЛАВСЕВМОРПУТИ с 1933 по 1939 г.

Магнитная съемка как суши, так и морских пространств начала осуществляться около 1500 г.. т. е. с того времени, когда было обнаружено, что ось магнитной стрелки компаса располагается не по географическому (истинному) меридиану, а несколько отклоняется от него.

В те времена магнитный компас играл исключительно важную роль особенно для целей мореплавания, благодаря чему магнитные наблюдения для определения величины склонения впервые производились на море. Так как морские суда были деревянные с небольшим количеством железных частей, наблюдения эти протекали достаточно успешно, что подтверждается наблюдениями, сделанными уже в XX веке более совершенными приборами и методами.

До 1698 г. магнитные наблюдения проводились от случая к случаю большею частью отдельными исследователями—моряками и учеными. В 1698 г. английское адмиралтейство поручило капитану военного флота Halley обследовать в магнитном отношении Атлантический океан, а в следующем 1699 г. и Тихий океан.

На основании своих наблюдений капитан Halley в 1701 г. построил и издал первую в мире карту изогон. Кроме этого, Halley впервые указал и метод для построения магнитных карт путем изображения магнитного поля земли—в изолиниях.

Вторая карта изогон, но уже для всех океанов, была составлена и издана в 1760 г. Euler'ом.

До 1800 г. магнитные наблюдения велись в большей части лишь для определения магнитного склонения, знание которого представляло исключительное значение для целей практики, несмотря на то, что магнитное наклонение было открыто английским мастером Норманом еще около 1581 г.

С начала XIX столетия магнитная съемка как суши, так и моря начала осуществляться в более широких размерах всеми передовыми странами. С этого же времени, по инициативе немецкого ученого Humboldt'a, начали измерять и относительную величину магнитного напряжения.

Несколько позднее задачу о распределении магнитной силы по поверхности земли и об источниках земного магнетизма во втором приближении разрешил знаменитый немецкий ученый Gauss, который в течение 25 лет работал над созданием теории земного магнетизма.

Если съемка суши из года в год продолжала прогрессировать, съемка на морях и океанах после 1800—1830 гг. начала уменьшаться в силу того, что деревянные суда все больше и больше снабжались железными частями, а это весьма вредно отражалось на точности наблюдений.

С переходом на постройку морских и океанских судов из железа и стали ученые моряки всех передовых стран были заняты вопросами теории девиации магнитного компаса на корабле и, как известно, достигли в этом отношении значительных результатов.

Здесь необходимо отметить, что одно из первых мест в разработке как теоретических вопросов, так и практических приемов по уничтожению девиации принадлежит русским ученым морякам: братьям Оглоблинским, Де-Колонгу, А. Н. Крылову, В. Я. Павлинову и др.

Насколько быстро деревянный парусный флот уступил свое место железным и стальным паровым судам, видно из следующего.

Первый морской железный пароход „Персия" был построен в Англии в 1855 г. и к 1925 г., т. е. через 70 лет, из общего суммарного тоннажа мирового флота в 64641418 тонн на долю парусных деревянных судов приходилось лишь около 1,5%.

Примерно в 1880 г. съемка морей была прекращена вовсе за исключением морей Северного ледовитого океана, где работы производились на льду, вдали от судов.

К концу XVIII столетия возросший мировой океанский и морской флот всех стран настоятельно требовал создания более совершенных приемов и способов определения места корабля в море и более точных карт и навигационных пособий. Для разрешения всех теоретических и практических вопросов, связанных с безопасностью кораблевождения, в наиболее крупных и передовых странах были созданы специальные учреждения под наименованием гидрографических департаментов и управлений.

После указанного мероприятия весь комплекс научно-исследовательских гидрографических работ получил должный размах и направление, за исключением обеспечения мореплавания достаточно точными магнитными картами. Только в 1905 г., после почти 50-летнего перерыва, по инициативе Института Карнеги в Вашингтоне, съемка на океанах и морях была возрождена. Причиной этому послужило следующее обстоятельство: в 1904 г. немецкий академик Бецольд внес предложение в существовавшую тогда международную организацию Союза Академий о производстве магнитной съемки вдоль параллели вокруг всего земного шара, для

проверки гипотезы, положенной Гауссом в основу его теории земного магнетизма. Таким образом Институт Карнеги принял на себя часть задачи, выдвинутой Бецольдом.

Работы этого института на океанах проводились вначале на судне, приспособленном для этих работ, а с 1909 по 1929 г.—на специально построенном немагнитном судне. Насколько работы по своему объему были значительны, видно из того, что за последние 10 лет работы совершено плаваний по всем океанам около 300 000 морских миль и определены склонения в 3844 точках, наклонения и горизонтальной составляющей—в 2321 точке.

Магнитные определения на территории нашей страны были начаты с 1556 г., и в последующие годы они проводились недостаточно успешно. Причиной этому были, с одной стороны, значительная культурная отсталость и, с другой, отсутствие достаточных средств на ее осуществление. Лишь после 1920 г. эта съемка начала принимать значительные размеры. С 1930 г., после специального постановления Советского правительства, магнитная съемка территории СССР начала осуществляться в невиданных до этого времени размерах и продолжает осуществляться до сего времени.

История магнитных исследований в Арктике нами будет изложена ниже. При этом, прежде чем приступить к этому изложению, необходимо установить южные границы этой области.

Понятие об „Арктике" нельзя считать точно и определенно установленным. К определению ее южных границ, а следовательно, и площади ее поверхности подходят с различных точек зрения:

1) с астрономической, понимая под „Арктикой" всю часть поверхности земного шара от Северного полюса до Северного полярного круга, т. е. всю ту часть, которая не все дни в году освещается солнцем;

2) с метеоролого-климатической,[1] ограничивая Арктику с юга изолинией, соответствующей определенной метеоролого-климатической характеристике;

3) с геоботанической,[2] считая за южную границу Арктики северную границу распространения древесной растительности;

4) с геомагнитной, [3] считая за южную границу Арктики параллель 65-го градуса широты.

Что касается до разграничения советской и иностранной Арктики, то это разграничение установлено декларацией правительства нашего Союза от 15 апреля 1926 г., по которой восточной границей Советской Арктики (в части от береговой линии к северу) является меридиан 168°49′30″ W, а западный—меридиан 52°04′35″ O (от Гринича).

В соответствии с этим, площади советской и остальной Арктики будут, в зависимости от того, какого из перечисленных выше четырех определений придерживаться,—следующие:

Таблица 1

Определение границ	Площадь Арктики в км²	
	советская	остальная
Астрономическое	9 300 000	11 800 000
Климатическое	9 600 000	16 900 000
Геоботаническое	10 600 000	16 800 000
Геомагнитное	10 400 000	13 100 000

Если исходить из нормы среднего расстояния между магнитными пунктами в 20 км, принятой при проведении генеральной магнитной съемки

[1] Постановление Международной комиссии по II Международному полярному году.

[2] Ю. М. Шокальский, Полярные страны Северного полушария, в энциклопедическом словаре Брокгауз-Ефрон, т. 24, 479, 1889.

[3] Предложение профессора Б. П. Вейнберга, сделанное в 1929 г.

СССР, то достаточно исследованной в магнитном отношении можно было бы считать Советскую Арктику в том случае, если бы в ней было около 19 000 магнитных пунктов.

Между тем число пунктов, которые удалось собрать проф. Б. П. Вейнбергу, значительно меньше. При этом многие из этих пунктов были определены в такие годы, которые отдалены от настоящей эпохи довольно значительным промежутком времени. Кроме того, более значительным недостатком магнитных определений является неравномерность их распределения на территории Арктики.

Магнитные определения на территории Советской Арктики начали осуществляться с середины XVI столетия, и пионерами этого дела были иностранные мореплаватели или просвещенные путешественники. Со второй половины XVIII века картина резко изменяется, и подавляющее количество магнитных пунктов определяют русские мореплаватели и ученые исследователи. Заметим, что значительное количество магнитных пунктов, определенных вне советской части Арктики, принадлежит русским исследователям.

Таблица 2

Число магнитных определений в Советской Арктике

Эпоха	Количество пунктов	Примечание
XVI век	13	Только *D*
XVII „	22	Только *D*—в 17 точках
XVIII „	76	„ *D*—в 67 „
XIX „	738	„ *D*—в 307 „
1900—1917 гг.	179	
1918—1932 гг.	525	
1933—1939 гг.	1786	Только *D*—в 200 точках
Итого...	3339	

Из общего количества магнитных пунктов, определенных с 1933 по 1939 г. на долю экспедиций Главсевморпути приходится 870 магнитных пунктов, Генеральной магнитной съемки СССР—906 пунктов и ГУ НКВМФ—10 пунктов.

Считаем полезным указать, что в Советской Арктике имеется значительная сеть постоянно действующих магнитных обсерваторий, находящихся в ведении Арктического научно-исследовательского института Главсевморпути.

Таблица 3

Советские арктические магнитные обсерватории

№№ п/п	Название	Координаты		Начало работы
		φ	λ	
1	Маточкин Шар	73° 52′	56° 24′	1923 г.
2	Тихая (Земля Франца-Иосифа)	80° 20′	52° 43′	1931 г.
3	Диксон	73° 30′	80° 25′	1932 г.
4	Уэллен	66° 10′	190° 08′	1933 г.
5	Челюскин	77° 43′	104° 17′	1935 г.

Гидрографическое управление Главсевморпути было организовано в 1933 г. на базе Гидрографического сектора Всесоюзного Арктического института.

На основании постановления партии и советского правительства об освоении Северного морского пути и передаче в ведение Главсевморпути всех гидрографических функций Гидрографического управления РКВМФ по Северному морскому пути, на Гидрографическое управление Главсевморпути был возложен весь комплекс гидрографических работ.

С первых же лет своей деятельности Гидрографическое управление приступило и к магнитным наблюдениям. Эти работы ведутся попутно с производством гидрографического обследования трассы.

Большую помощь в проведении магнитных работ Гидрографического Управления оказывала Главная Геофизическая обсерватория, путем представления необходимых магнитных приборов, подготовки кадров для проведения этих работ из числа сотрудников Гидрографического управления и т. п.

В настоящее время, с организацией Научно-исследовательского института земного магнетизма, Гидрографическое управление установило еще более тесное сотрудничество с НИИЗМом, так как районы, трудно доступные для НИИЗМа, могут быть исследованы в наикратчайший срок и при наименьшей затрате средств только при помощи экспедиций Гидрографического управления.

Работы, проводимые Гидрографическим управлением в области земного магнетизма, выполняются в последние годы отдельными специалистами в порядке совместительства с работой гидрографа, навигатора геодезиста, астронома и лишь как исключение отдельными специалистами-магнитологами.

Настоящий обзор охватывает магнитные определения, произведенные экспедициями и отрядами Гидрографического управления Главсевморпути с 1933 по 1939 г. включительно, т. е. за 7 лет работы по трассе Северного морского пути. За этот промежуток времени работы протекали недостаточно равномерно, что подтверждается табл. 4.

Таблица 4

Год	Количество специалистов		Количество пунктов		
	магнитологов	по совместительству	на суше	на море	всего
1933	—	1	17	—	17
1934	3	2	99	5	104
1935	2	—	21	8	29
1936	1	4	50	—	50
1937	—	9	50	13	63
1937/38	1	1	57	42	99
1938	1	—	2	—	2
1938/39	—	3	14	10	24
1939	—	5	25	5	30
Итого	8	25	335	83	418

Кроме того, отдельными специалистами-геодезистами и астрономами, при производстве геодезических работ, были сделаны определения магнитного склонения в 157 точках.

В итоге работ за семь лет было определено 418 магнитных пунктов (абсолютных) и в 157 точках—только склонение с помощью буссолей.

В отношении качества магнитные наблюдения 33 наблюдателей может характеризовать табл. 5.

К наиболее важным работам в отношении количества, качества и местоположения пунктов необходимо отнести работы П. Е. Федулова

Таблица 5

Качество	Количество
Хорошее	20
Удовлетворительное	10
Плохое	3
Итого	33

за 1934 и 1935 гг., Д. С. Фоменко за 1934, 1937, 1938 и 1939 гг., В. А. Радзеевского за 1938—1939 гг., М. Е. Острекина за 1934, 1935 и 1937 гг., С. Г. Карандашева за 1933 г. и М. Г. Лейзенберга за 1936—1937 гг.

На основании этих работ, а также и работ остальных наблюдателей с использованием наблюдений, сделанных Героями

Таблица 6

№№ п/п.	Фамилия наблюдателя	Год наблюд.	Количество пунктов	Район работ
1	Карандашев С. Г.	1933	17	Енисей, Карское море.
2	Еленевский Д. Н.	1934		Карское море.
3	Карандашев С. Г.	1934	22	Енисей. Карское море.
4	Острекин М. Е.	1934	11	Море Лаптевых, р. Хатанга.
5	Федулов П. Е.	1934	14	Карское море.
6	Фоменко Д. С.	1934	47	Лена.
7	Фрейман К. А.	1934	10[1]	Хатанга.
8	Чирихин Ю. К.	1934	10	Море Лаптевых.
9	Еленевский Д. Н.	1935	3[1]	Карское море.
10	Лейзенберг Г. М.	1935	3[1]	То же.
11	Острекин М. Е.	1935	10	Берингово и Чукотское моря.
12	Федулов П. Е.	1935	19	Карское море.
13	Фрейман К. А.	1935	8[1]	Пясина.
14	Авгеевич В. И.	1935	45[1]	Новосибирские о-ва.
15	Карандашев С. Г. и Спевак Т. И.	1935	10	Чукотское и Восточносибирское моря.
16	Лейзенберг Г. М.	1935	17	Енисей.
17	Острекин М. Е.	1935	9	Карское море.
18	Федулов П. Е.	1935	8	То же.
19	Фрейман К. А.	1935	11[1]	Енисейский речной бассейн.
20	Яневич М. А.	1935	6	Карское море.
21	Авгеевич В. И.	1937	25	Новосибирские о-ва.
22	Архангельский И. И.	1937	16	Таймырский п-ов.
23	Беляев М. С.	1937	3[1]	Карское море.
24	Карандашев С. Г.	1937	7[1]	Река Анадырь.
25	Косой А. И.	1937	8	Карское море.
26	Кульков Н. С.	1937	2	Море Лаптевых.
27	Лейзенберг Г. М.	1937	26	Обь-Енисейский р-н.
28	Надеев Л. Н.	1937	4	Карское море.
29	Острекин М. Е.	1937	11	„ „
30	Радзеевский В. А.	1937	1[1]	„ „
31	Рогачев И. М.	1937/38	5	„ „
32	Фоменко Д. С.	1937/38	92	Моря Карское и Лаптевых.
33	Яневич М. А.	1938	7	Море Лаптевых.
34	Федулов П. Е.	1938/39	2	Новая Земля.
35	Беляев М. С.	1938/39	4	Чукотское море.
36	Радзеевский В. А. и Цыганюк М. И.	1938/39	17	Карское море.
37	Косой А. И.	1938/39	3	„ „
38	Воробьев В. И, и Шишмарев М. Д.	1938/39	7	
39	Воробьев С. П.	1938/39	1	„ „
40	Дергунов А. И.	1939	10	О-ва „Комсомольской Правды".
41	Канивец М. А.	1939	10[1]	Остров Белый.
42	Колобков В. И.	1939	6[1]	Енисей.
43	Рогачев И. М.	1939	1	Новосибирские острова.
44	Фоменко Д. С.	1939	3	Карское море.
45	Петриков и другие	1939	18	Моря: Берингово, Чукотское, Восточносибирское и Лаптевых.
			18[1]	Новая Земля.

[1] Определялось только склонение.

Советского Союза: магнитологом Е. К. Федоровым в 1937—1938 гг. и гидрографом В. Х. Буйницким в 1938—1939 гг., в Гидрографическом управлении были составлены и изданы новые карты изогон Советской Арктики на эпоху 1940 г.

Эти карты значительно отличаются от карт прежнего издания и по своему качеству могут быть отнесены к достаточно надежным, а по отдельным участкам—к первому приближению.

Кроме этого, внесен значительный вклад в дело изучения распределения магнитных вариаций на территории Арктики. В табл. 6 приводятся количество пунктов, определенных каждым наблюдателем, и районы работ.

В обзор не вошли определения, произведенные в 1939 г. астрономами Гидрографического управления: П. А. Павловым, Н. С. Кульковым и астрономом-магнитологом В. И. Колобковым, так как в данное время они находятся в составе зимовочных экспедициий (1939—1940 гг.). Обработка этих результатов может быть закончена не ранее февраля 1941 г.

НАУЧНАЯ ХРОНИКА И ЗАМЕТКИ

Г. П. КОЛЕСНИКОВ

ПРИВЕДЕНИЕ УГЛОВ, ИЗМЕРЕННЫХ СЕКСТАНОМ, К ГОРИЗОНТУ

В практике гидрографических работ углы, измеренные секстаном, приводятся к горизонту с помощью таблицы, аргументами которой являются наблюденный угол и полусумма (полуразность) угловых высот наблюденных предметов. В этой таблице первый аргумент дан через 10°, второй через 0°,5. Такая подробность не обеспечивает необходимой точности в определении поправок углов, так как разность смежных значений поправок в таблице достигает 3°, в результате чего интерполирование по двум аргументам делается чрезвычайно затруднительным.

В силу указанных неудобств гидрограф практически либо находит поправки по ближайшим значениям аргументов, не интерполируя, либо интерполирует грубо, либо, в лучшем случае, вычисляет поправки по формуле.

Итти по пути увеличения подробности таблиц нецелесообразно, так как с увеличением угловых высот наблюденных предметов и с изменением в неблагоприятную сторону значения измеренного угла поправки быстро возрастают, в силу чего для достижения необходимой подробности объем таблицы пришлось бы значительно увеличить (приблизительно в 30—40 раз). Вместе с тем увеличение объема таблицы не избавляет гидрографа от неудобств интерполирования по двум аргументам.

Наиболее простым и изящным решением задачи приведения углов к горизонту является применение номограммы.

Предлагаемая номограмма, составленная автором статьи, обеспечивает получение поправок с точностью от 0,5 до 5′.

Такая точность вполне обеспечивает надежное нанесение определений места на промерные планшеты, так как точность поправок уменьшается с увеличением их абсолютной величины. Бóльшие же поправки могут возникнуть лишь в непосредственной близости от опорных пунктов, когда градиенты углов велики и ошибка в измеренных углах даже порядка 5′— несущественна.

Номограмма состоит из трех расходящихся шкал, связанных уравнением $\Delta_1 = 1 \cdot 05 \left(\frac{a+b}{2}\right)^2 \operatorname{tg} \frac{x_{\text{набл.}}}{2}$ или $\Delta_2 = 1 \cdot 05 \left(\frac{a-b}{2}\right)^2 \operatorname{ctg} \frac{x_{\text{набл.}}}{2}$. Левая шкала, являющаяся носителем функции $\operatorname{tg} \frac{x_{\text{набл.}}}{2}$ $\left(\text{или } \operatorname{ctg} \frac{x_{\text{набл.}}}{2}\right)$, проградуирована в двух направлениях для значений $x_{\text{набл.}}$ от 20° до 160° через 2°. Правая шкала, являющаяся носителем функции $1{,}05 \left(\frac{a \pm b}{2}\right)^2$, проградуирована для значений $(a \pm b)$ от 1° до 20° через 0°,2. Средняя шкала—ответная, по ней прочитываются значения поправок Δ_1 и Δ_2. Шкала проградуирована через 1′, 2′, 5′ и 10′, что позволяет без труда делать по ней отсчеты с точностью от 0,5 до 5′.

При пользовании номограммой поправку приведения угла к горизонту получают по формуле $x - x_{\text{набл.}} = \Delta_1 - \Delta_2$.

---

[1] Инструкция по промеру, изд. ГУ ВМФ, Л. 1937, стр. 184.

При отыскании первого члена правой части равенства левая шкала используется в направлении, указанном ординарной стрелкой, а аргументом правой шкалы является сумма угловых высот наблюденных предметов $(a+b)$. При отыскании второго члена правой части равенства левая шкала

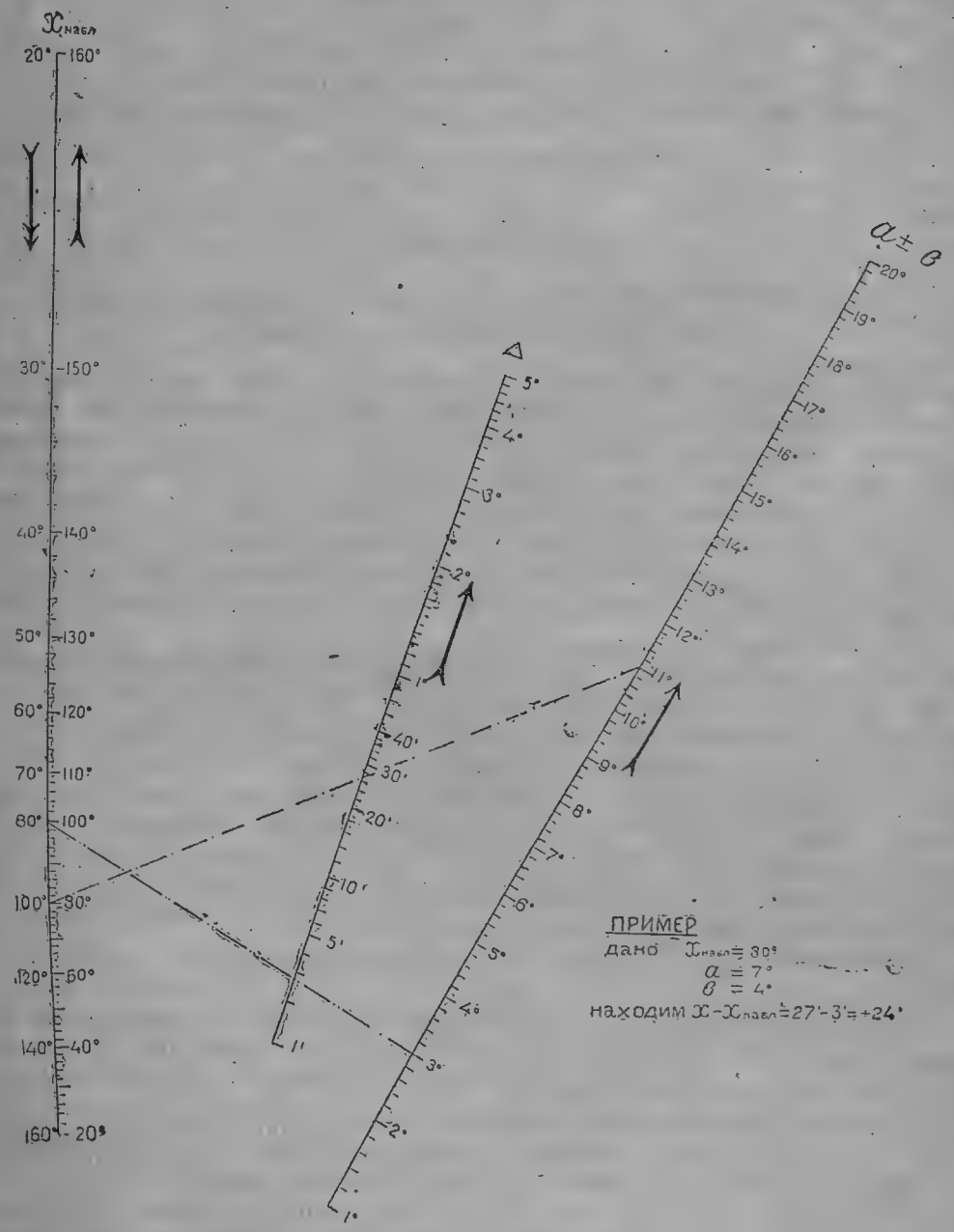


Рис. 1.

используется в направлении, указанном двойной стрелкой, а аргументом правой шкалы является разность угловых высот наблюденных предметов $(a-b)$.

Поправка наблюденного угла положительна, когда $\Delta_1 > \Delta_2$, и отрицательна, когда $\Delta_1 < \Delta_2$.

Угловые высоты наблюденных предметов a и b находятся по номо-

грамме, приложенной к „Инструкции по промеру ГУ ВМФ" 1937 г. (приложение 40), или вычисляются с помощью логарифмической линейки по формулам

$$\operatorname{tg} a = \frac{H_a}{D_a}; \operatorname{tg} b = \frac{H_b}{D_b},$$

где H_a и H_b — высоты наблюденных предметов над уровнем моря в метрах.
D_a и D_b — расстояния до наблюденных предметов в метрах.
Порядок пользования номограммой ясен из приведенного примера.

Г. П. КОЛЕСНИКОВ

СТАБИЛИЗАЦИЯ СКОРОСТИ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МОТОРА МАГНИТОСТРИКЦИОННОГО ЭХОЛОТА

Магнитострикционные эхолоты за короткий период нашли широкое применение в практике гидрографических работ. Преимущества этого способа измерения глубин очевидны: увеличение производительности кораблей, занимающихся промером, неограниченное увеличение подробности промера, повышение степени доверия к полученному результату и т. д. Тем не менее, в эксплоатации магнитострикционных эхолотов гидрограф сталкивается с рядом трудностей, выявлению и устранению которых научно-исследовательские организации должны уделить серьезное внимание. В настоящей статье мы предлагаем пути к устранению одной из таких трудностей.

В применяемых в настоящее время марках магнитострикционного эхолота постоянство скорости исполнительного мотора сохраняется при помощи электроконтактного центробежного регулятора. При питании установки от судовой сети этот прибор не дает хороших результатов, так как он удовлетворительно стабилизует скорость исполнительного мотора лишь в том случае, когда колебания напряжения судовой сети не превышают $\pm 10\%$. Практически колебания напряжения судовой сети достигают 25 — 30%. Особенно резкие колебания напряжения наблюдаются на малых экспедиционных судах, имеющих один, сравнительно небольшой мощности генератор и большое количество потребителей (радиостанция, лебедки, помпы, освещение, отопление и т. п.).

Сталкиваясь с этой трудностью, гидрографы идут по следующим путям.

1) Полностью питают магнитострикционный эхолот от аккумуляторов. Этот путь хотя и обеспечивает надежную работу прибора, но тем не менее не может быть признан удовлетворительным ни в организационном, ни в экономическом отношении.

2) Для питания магнитострикционного эхолота пользуются отдельным генератором. Этот путь наиболее удобен, но может быть использован лишь на судах, имеющих отдельный генератор для питания установки.

3) Изменяют режим работы электроконтактного регулятора при каждом изменении напряжения в судовой сети. Помимо чисто организационных неудобств, этот путь не дает гарантии в том, что хотя бы в течение сравнительно небольших отрезков времени скорость вращения исполнительного мотора не будет уклоняться от стандартной, и, следовательно, не дает гарантии в точности измерения глубин.

4) Отказываются от применения магнитострикционного эхолота.

Из сказанного видно, что эта задача лишь в частных случаях находит удовлетворительное решение.

Надежным, экономичным и технически простым решением этого вопроса является применение резонансного стабилизатора напряжения в дополнение или взамен применяемого в настоящее время электроконтактного центробежного регулятора.

Применение резонансного стабилизатора усложняется тем, что на большинстве гидрографических судов судовую сеть питают генераторы постоянного тока.

Исполнительный мотор эхолотов, стоящих на вооружении флота, может работать и на постоянном и на переменном токе; следовательно, установка резонансного стабилизатора на судах, имеющих сеть переменного тока, может быть легко осуществлена. На судах, не имеющих сети переменного тока, стабилизатор можно питать от умформера эхолота, через понижающий трансформатор. В качестве понижающего трансформатора может служить сам стабилизатор при соответствующем расчете его обмоток.

Ниже мы приводим заимствованное из журнала „Радиофронт"

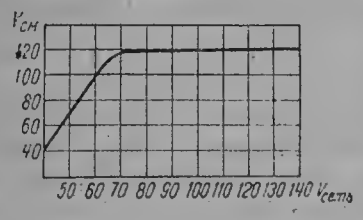


Рис. 1.

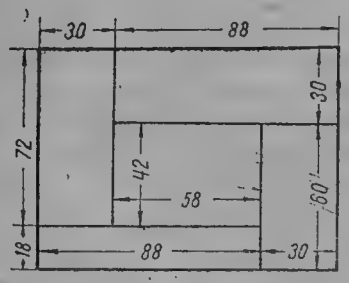


Рис. 2.

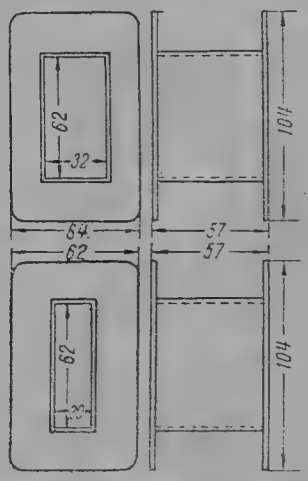


Рис. 3.

(№ 10, за 1940 г.) описание резонансного стабилизатора напряжения, по своим параметрам пригодного для авторегулировки скорости исполнительного мотора магнитострикционного эхолота.

Стабилизатор выполняется в виде специального трансформатора, одна из обмоток которого, вместе с приключенной к ней емкостью, является стабилизующим резонансным контуром.

Стабилизатор дает напряжение 120 $V \pm 1\%$ при напряжении сети от 70 до 140 V, имеет к. п. д. до 85%, высокий коэффициент мощности и хорошо переносит кратковременную перегрузку (например, при пуске). Стабилизатор рассчитан на 100 VA. Нагрузочная характеристика стабилизатора приведена на рис. 1.

Для изготовления керна трансформаторное железо нарезается прямоугольными пластинами четырех размеров: 18 × 88 мм; 2) 30 × 88 мм; 3) 30 × 72 мм; 4) 30 × 60 мм. Размеры пластин железа и сборка керна показаны на рис. 2. Сердечник собирается так, чтобы стыки пластин одного слоя железа перекрывали стыки другого слоя. Толщина пачки пластин 60 мм. Сечение керна $Q_1 = 3 \times 6 = 18$ см². Стабилизатор имеет две катушки, размеры которых даны на рис. 3. Бо́льшая катушка (размер гильзы 32 × 62) надевается на керн Q_1, а малая (размер гильзы

20 × 62) — на боковой керн меньшего сечения. Данные обмоток катушек приведены ниже в таблице.

Напряжение судовой сети 70—140 V. U стаб. = 120 V				
Обмотки	Число витков		Диаметр провода мм	Марка провода
	Q_1	Q_2		
N_1	335	—	1,05—1,1	ПЭ-ПШО
N_2	—	490	0,9 —1,0	ПЭ-ПШО
N_3	—	446	0,75—0,8	ПЭ-ПШО
N_4	172+5+ +5+5+5	—	0,75—0,8	ПЭ-ПШО

Конденсатор контура имеет емкость $C = 7 \mu F$. Конденсатор должен быть хорошего качества с пробивным напряжением 600—1000 V. Принципиальная схема стабилизатора показана на рис. 4.

Железо трансформатора должно быть плотно набито в каркас и хорошо стянуто, иначе трансформатор будет сильно гудеть при работе. После набивки железа, между гильзой каркаса и железом полезно забить деревянный клин, чтобы сжать железо в каркасе.

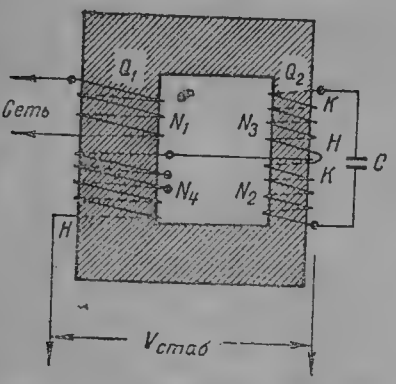


Рис. 4.

Необходимо между обмотками делать хорошую изоляцию (1—2 слоя плотной бумаги или кембрика) и по краям заматывать нитками, чтобы не проваливались витки следующей обмотки. Каждую обмотку через 2—3 слоя прокладывают слоем папиросной бумаги. После намотки, обмотки трансформатора рекомендуется пропитать парафином или другой изолирующей массой.

При монтаже стабилизатора необходимо проследить за правильным соединением концов обмоток. Налаживание стабилизатора производится следующим образом. На входе и на выходе ставят по вольтметру, дают на выход стабилизатора нормальную нагрузку, а вход через реостат включают в сеть. Изменяя напряжение на входе при помощи реостата и подбирая концы секционированной коменсационной обмотки N_4, добиваются, чтобы при изменении напряжения в сети в пределах, указанных выше, напряжение на нагрузке стабилизатора оставалось постоянным. Ввиду того что маркировка микрофарадных конденсаторов не всегда соответствует их действительной емкости, иногда приходится еще подбирать экспериментальным путем нужную емкость конденсатора.

Налаженный стабилизатор работает четко и в дальнейшем никаких регулировок не требует.

Н. Н. АЛЕКСЕЕВ

НЕСКОЛЬКО ЗАМЕЧАНИЙ ОБ ЕЗДОВЫХ СОБАКАХ

Широкое развитие гидрографических работ по трассе Северного морского пути на зимовках давно уже выдвинуло вопрос о необходимости организации собачьего транспорта. К сожалению, приходится констатировать, что Главное управление Северного морского пути совершенно не уделяет этой проблеме должного внимания. Собачье поголовье в Арктике

оказалось вне какого бы то ни было централизованного контроля, породы полярных собак смешались с завезенными в массовом числе с юга, и в данное время совершенно исчезла возможность рекомендовать для работ ту или иную породу, недавно разводившуюся в определенных местах наших арктических районов. Это явление тем более прискорбно, что совсем еще недавно так называемые „сибирские" ездовые собаки были лучшими в мире, на что неоднократно указывали такие авторитеты, как Норденшельд, Амундсен и Нансен. Надо надеяться, что вопрос об ездовых собаках все же войдет в круг деятельности соответствующих организаций Главсевморпути и открытие ряда питомников быстро и правильно разрешит задачу разведения настоящих ездовых собак. Учитывая, однако, что уже сегодня целому ряду молодых полярников-гидрографов приходится постоянно иметь дело с ездовыми собаками, будет весьма полезно несколько осветить этот вопрос.

Настоящая заметка посвящена обзору некоторых высказываний о ездовых собаках зарубежных работников Арктики, опубликованных в июльском номере журнала „Polar Record" за 1939 г. Нельзя не заметить, что и здесь, в трактовке узкоспециального вопроса, на каждой строчке проглядывает лицо европейско-американского буржуазного культуртрегера, весьма часто и много кричащего о своей цивилизованности, гуманности и прочих атрибутах капиталистического общества и на деле показывающего свою чисто троглодитскую природу. Хорошим исключением в этом отношении являются авторы статьи, озаглавленной „Управление собачьими упряжками".—С. Г. и Е. Г. Бирд. Авторы начинают свое изложение с замечания, что нельзя встретить двух человек, у которых были бы одинаковые взгляды на вопрос о лучшем способе управления собачьей упряжкой. „Мы помним,—пишут Бирд,—как не раз мы теряли целую ночь в спорах о преимуществе веерной или уносной запряжке, и если в этот момент к нам неожиданно приезжал случайный, полузамерзший путник, то у него всегда хватало сил, чтобы принять самое деятельное участие в споре". Вообще, конечно, способ запряжки собак не может быть одинаковым при любых условиях и естественно, что при езде, например, в торосистом льду веерная запряжка будет совершенно неприемлема, при наличии же ровной тундры с тонким снеговым покровом теряются все преимущества запряжки в унос. С. Г. и Е. Г. Бирд весьма подробно останавливаются на вопросе об обращении каюров с собаками. „Наш опыт,—говорят авторы,—основан на тридцатимесячной беспрерывной езде на собаках во всякое время года. Нам приходилось совершать поездки за 400 миль в полярную ночь в весьма неблагоприятной для путешествия местности". Такой солидный стаж позволяет авторам весьма решительно стать на защиту ездовой собаки против каюров—эскимосов и особенно „культурных" европейцев. „Мы видели эскимосов, датчан, принявших методы обращения с собаками от первых, и слышали очень много о каюрах англичанах и глубоко убеждены, что их методы бессмысленно жестоки".

Англичанин Крофт в том же журнале „Polar Record" (январь 1934 г.) повествует, например, о том, что он подвешивал собак, для того, чтобы они потеряли сознание, после чего он отбивал им концы зубов нижней челюсти, чтобы лишить собак возможности грызть упряжь.

Знаменитый Рассмусен спокойно констатирует, что этот способ вообще полезен, но что, мол, собаки после такой операции лишаются возможность грызть твердые кости, что не всегда бывает удобным.

Гренландские эскимосы для того, чтобы помешать собакам разбегаться, связывают им лапы, совершенно не считаясь с тем, что на морозе лапы будут отморожены.

Небезизвестный Шеклтон, описывая свое путешествие в Антарктике, замечает, что „число кнутовищ, которые мы сломали об чугунные головы собак, было очень велико".

Такое обращение с собаками приводило только к тому, что животные при первой возможности убегали от своих хозяев, заставляя последних тратить массу времени на их поимку. Однако и сами Бирд подчеркивают не столько факт бессмысленно варварского обращения с собаками, сколько обращают внимание на чрезвычайно низкую тяговую силу этих собак.

„Молодые полярники,—замечают Бирд,—склонны смотреть на полярную лайку как на полудикое животное, обладающее совершенно особым свойством, не присущим обыкновенной собаке, что является совершенно неверным".

Знаменитый Пири также был склонен видеть в полярной собаке какую-то особенную породу. В своем труде „Северный полюс" Пири замечает: „Некоторые ученые думают, что ездовые собаки являются прямыми потомками полярного волка, но все же они, как правило, бывают послушны своим хозяевам как самые обычные домашние собаки".

Тот же Пири замечает, между прочим, что болезни весьма распространены между эскимосскими собаками и что они гораздо реже болеют, находясь в руках у европейцев. У Бирд в продолжении восьмилетней работы в Северо-восточной Гренландии не было ни одного случая заболевания собак, и в то же время в более южных районах в проливе Скоресби в 1937 г. было пристрелено большое количество собак из-за болезней. Свердруп, закупивший собак в Западной Гренландии, славящейся широким развитием собачьих болезней, не имел ни одного случая заболевания собак. Два последних примера с особой очевидностью подчеркивают, что массовое заболевание собак кроется не в их особой породе, а в степени ухода и кормежки.

Распространено также убеждение, что будто бы ездовые собаки склонны к драке между собой. Авторы статьи считают, что это явление объясняется просто отсутствием надзора за упряжкой. По их заключению, собаки, если только они находятся не в упряжке, всегда должны находиться на привязи. Даже в период дальних поездок Бирд всегда имел колья и цепи для привязывания собак, причем последние располагались так, чтобы не могли достать одна другую.

Постоянный надзор за собаками вырабатывает в них как бы инстинкт дисциплинированности, и если даже какая-либо из собак и сорвется с цепи, то стоит только хозяину подозвать ее для запрягания, как „дезертир" подойдет к нартам без всякого понуждения. Собаки, пользующиеся хорошим уходом со стороны хозяина, всегда отплатят ему сторицей в трудный момент. Известно немало случаев, когда в мороз и пургу собаки буквально до последних сил тащили нарты, в то время как хозяин оставался совершенно пассивным пассажиром. Бирд, между прочим, выдвигают совершенно новую идею о ездовой собаке—вожаке упряжки. По их мнению, вожаком упряжки должна быть собака по назначению самого каюра, а не та, которая из-за своей силы и выносливости сама становится естественным вожаком своры. Нельзя допускать, чтобы не человек, а собака командовала упряжкой всегда и везде.

Строгие, но гуманные отношения к ездовым собакам, постоянный надзор за ними приводят к тому, что последние чрезвычайно привязываются к каюру и творят положительно чудеса. Бирд приводят пример, когда им пришлось в весьма тяжелой обстановке в течение двух суток проделать путешествие всего только на четырех собаках, причем все обошлось вполне благополучно. В это же самое время и то же самое расстояние проделали два европейца каюра на девяти собаках в течение пяти дней, причем двух или трех собак им пришлось пристрелить из-за тяжелых ран от побоев кнутом.

В вопросах упряжки, по мнению Бирд, следует настойчиво избегать твердой кожи, делая мягкие лямки из брезента с соответствующей прокладкой хотя бы из войлока. Проводя в этом отношении параллель

между хомутом для лошади и кожей для собаки, авторы настаивают на необходимости обязательной хорошей пригонки лямки к каждой собаке.

Некоторые из зарубежных полярников возражают против этого мероприятия, говоря, что брезентовые лямки требуют излишнего загромождения палатки во время ночлега для их просушки. Конечно, это создает известные неудобства, но, принимая во внимание, что ездовая собака является важнейшим фактором во всякой маршрутной экспедиции, можно попуститься известной долей комфорта, чтобы обеспечить лучшее продвижение партии.

Появление в английской печати статьи Бирд нашло быстрый отклик у ряда лиц, имевших соприкосновение с арктическими экспедициями. А. Глэн, начальник экспедиции, в которой подвизался упоминаемый выше Крофт, прислал в „Polar Record" заметку, в которой говорит, что Крофт, сообщая о своих приемах с собаками, говорил только о своей личной деятельности в экспедиции и своих взглядах на различные проблемы, связанные с работой в Арктике. Статья Крофта, по заявлению начальника экспедиции, во многих местах „прямо противоречит политике, проводившейся в экспедиции", и вся эта тенденциозная информация широких слоев общества произошла лишь потому, что статья не была послана на редактуру в эксплоатационный клуб Оксфордского университета, как того требовал контракт с экспедицией. Опровержение чисто в английском духе, сможем только заметить мы; если бы Оксфордский университет проредактировал статью, то и нравы английских каюров выглядели бы совсем в другом свете. Не останавливаясь далее на оправдывании Гленом поступков Крофта, заметим, что Глен делает особый упор на необходимость в крупных экспедициях, располагающих большим числом ездовых собак, выделить постоянного охотника для систематической охоты на морского зверя, чтобы обеспечить запас пищи для собак. Это мероприятие сохраняет, с одной стороны, полную работоспособность собак и, с другой, сберегает ту же упряжь, которую, собаки грызут только от голода.

На вопросе о питании собак останавливается известный в Северной Канаде Р. Томас, указывающий, что в некоторых районах этой страны охота не может обеспечить достаточного питания собакам, а поэтому приходится пищу завозить из южных районов, причем в погоне за дешевизной корма обычно предпочитают кормить собак мукой с незначительной примесью жира. Поскольку для плотоядных животных такая пища не может обеспечить поддержания необходимого тепла тела, собаки становятся вялыми и слабосильными. В основном пища для собак должна состоять из костей и мяса с небольшой примесью муки. Потребность в витаминах у различных млекопитающих совершенно не одинакова, и, в частности для собак, не играет, повидимому никакой существенной роли витамин „С", но в то же время при вводе в пищу значительного количества углеводов, совершенно необходимо добавлять витамины „А" и „В".

В заключение обзора высказываний о ездовых собаках зарубежных полярников необходимо отметить, что и в советской полярной литературе еще совершенно недостаточно отведено места этой чрезвычайно важной области. Введение в практику полярных исследований средств наземного и механического транспорта ни в коем случае не уменьшит значения ездовой собаки, и чем больше ей будет уделено внимания, тем скорее мы сможем решить ряд крупнейших задач по освоению новых арктических районов.

Н. Н. АЛЕКСЕЕВ

ЭХО-НАВИГАЦИЯ

Капитан-лейтенант флота САСШ Адамс в августовском номере за 1939 г. „USNJ Proceeding" затронул довольно любопытный вопрос о развитии способа определения местоположения судна в море в туман, пользуясь измерением ряда глубин по курсу. Способ этот, как известно, не нов, но, как подчеркивает Адамс, мореплаватели в большинстве относились к нему как весьма мало точному и вообще прибегали к нему, когда все иные методы определений не были доступны. Образно выражаясь, судоводитель, потерявший свое место в тумане и не имеющий возможности стать на якорь, чтобы дождаться улучшения видимости, хватался за определение своего положения по глубинам, как утопающий хватается за соломинку. На лот, как на таковой, у мореплавателей сохранился старый взгляд, как на средство, могущее предупредить судно о возможности посадки на мель. Однако развитие гидрографических работ и техники их выполнения в наше время придают лоту несколько иное значение. Современная навигационная карта весьма сильно разнится от карт, имевших применение на практике каких-нибудь два десятка лет тому назад. По существу старые навигационные карты в большей своей площади были „бездонными". Обычно такие карты имели достаточно развитую сеть нанесенных глубин, окаймлявших берега, на остальном же пространстве на карте были вкраплены редкие цифры больших глубин, очень мало характеризовавших рельеф моря. Состояние техники измерения глубин было таково, что судоводителю при плавании в открытом море, лишенном отличительных глубин, просто не к чему было пользоваться лотом. Кроме того, эти измерения занимали настолько много времени и были так неточны, что практически лот в этих условиях никогда не находил себе применения.

С введением в гидрографическую и навигационную практику эхолотования положение в корне изменилось, хотя это обстоятельство замечено далеко не всеми судоводителями. Приведенные на карте изобаты можно рассматривать как один из видов „линий положения", которые в сочетании с линией, полученной каким-либо иным методом, обеспечивают достаточную для судовождения точность определения места судна.

В рассматриваемой статье капитан Адамс приводит пример из личной практики, когда он, подходя к берегу и не имея в течение нескольких суток обсерваций из-за густого тумана, смог случайно взять одну высоту, измерив одновременно глубину, Адамс по двум линиям—изобате и Сомнеровой—определил свое место, оказавшееся на 60 миль дальше счислимого.

Современная навигационная карта открывает в этом отношении весьма большие перспективы для мореплавания. Необходимо только несколько изменить сам метод оформления карт. Капитан Адамс приводит сравнение двух навигационных карт одного и того же района—Атлантического океана, составленных по двум различным принципам американскими гидрографами.

Обе карты, имея масштаб 1 : 235 000, обнимают пространство в 12 000 кв. миль. На первой, ранее составленной карте, при обычно принятой разрядке глубин, удалось нанести только 2% от всех имевшихся в распоряжении картосоставителей измерений; с целью более полного использования всего имевшегося материала по промеру, на прокладных досках крупного масштаба были нанесены все имевшиеся глубины и по ним проведены точные изобаты, примерно через 90 м, причем мористее этой глубины изобата была сделана темносиним цветом, а изобата менее 90 метров—голубым. На вновь составленной карте того же масштаба, что и первая, пантографом были нанесены эти изобаты, цифровые же отметки глубин

показывались только для ясной характеристики изобат и в непосредственной близости от берегов. Несмотря на то, что вторая карта имела показанными в цифрах глубин в три раза меньше, чем первая, ее подробность оказалась гораздо выше первой, так как давала весьма ясную и точную характеристику рельефа дна.

При наличии на судне самопишущего эхо-лота (а надо заметить, что современные суда в подавляющем большинстве случаев вооружены этим прибором) плавание по карте, составленной в изобатах, дает весьма большие возможности судоводителям определять по глубинам свое место. Как правило, на практике чаще всего будут встречаться три варианта изменения глубин—проход судном над подводной „ложбиной", над подводной „горой" и, наконец, над более или менее плавным повышением дна при подходе к мелководью или берегу. В каждом из этих трех случаев судоводителю предстоит в течение некоторого промежутка времени получить запись ряда глубин и „вместить" их между соответствующими изобатами на карте.

Не исключена возможность, что судну придется встретиться с резкими изменениями глубин в районе подводного „обрыва" или же, наоборот, иметь дело с весьма ровным рельефом дна. В первом случае сам факт резкого изменения глубин даст уже достаточно точное положение судна, и, как замечает капитан Адамс, в этом случае надо только проявлять особую осторожность при рассмотрении записи эхо-лота, так как при встрече с крутыми склонами дна, эхо-лот может дать отметку не самой глубокой точки под килем, а ближайшей к излучителю точки склона, что повлечет за собой большую ошибку в определении места. При наличии ровного дна положение, вообще говоря, осложняется, но необходимо знать, что понятие „ровное" дно само по себе является достаточно относительным. В эпоху применения исключительно ручного лота или дип-лота, навигационные карты представляли дно открытого моря как почти абсолютно ровную поверхность. Эхо-лоты внесли в это положение весьма существенную поправку, и морское дно в современном представлении достаточно далеко отклонилось от понятия почти идеально ровного. Таким образом, вопрос сводится только к учащению изобат на таких „ровных" участках дна моря, и судоводитель получит данные для определения своего места, если и не точного, то во всяком случае достаточно приближенного.

Говоря о проверке своего положения в море по измеренным эхо-лотом глубинам, т. е. о способе, названном капитаном Адамсом „эхо-навигационным", подразумевается, конечно, что в распоряжении судоводителя будет находиться карта с весьма точно нанесенными изобатами, а следовательно и глубинами.

Практика гидрографических работ показывает, что необходимая для составления таких карт точность промера могла быть обеспечена только при условии координации измеряемых глубин по знакам береговой опорной сети, что, естественно, было осуществимо только при прибрежном промере.

Координация промера вне видимости могла более или менее точно обеспечиваться при разбивке вехового полигона или проложения триангуляции на воде. Необходимо, однако, заметить, что последние два способа могут дать большую точность только при условии, что выставляемая на воде опора для промера, будет привязана к береговой сети, что далеко не всегда может быть выполнено. Развитие техники гидрографических работ за последние годы дало в руки гидрографов новые средства, которые позволяют обеспечить весьма большую точность промера далеко за пределами видимости береговой опоры. Тот же капитан Адамс указывает, что в практике американских гидрографов нашли широкое применение радиодальномеры, дающие вполне удовлетворительные результаты на

расстоянии до 100 миль. Таким образом, заключает свою мысль капитан Адамс, наличие в распоряжении судоводителя эхо-лота и подробной навигационной карты, составленной с применением новых технических средств в области гидрографии, выдвинуло вопрос о детальной разработке способа надежного и быстрого определения места судна вне видимости берегов, используя измерение глубин. Начавший было отходить в область предания лот, понимая его в широком смысле слова, с развитием техники, вновь начинает завоевывать весьма большую роль в навигации.

Заметим, что высказанная капитаном Адамсом идея, может быть и несколько более оптимистичная чем следовало бы, в условиях арктических плаваний бесспорно сможет весьма существенно помочь судоводителям. Широкое развитие гидрографических работ по трассе Северного морского пути в третьей пятилетке, насыщение этих работ новыми техническими средствами, в частности теми же радиодальномерами, безусловно предоставят морякам-полярникам богатый материал для дальнейшего развития и усовершенствования приемов кораблевождения.

Г. П. КОЛЕСНИКОВ

ЗАГАДКА ПРОИСХОЖДЕНИЯ ГЫДАНСКОГО ЗАЛИВА

Гыданский залив от устья р. Гыда до мыса Минина представляет собой, как и Енисейский залив и Обская губа, типичный эстуарий, т. е. широко разработанную речную долину, заполненную водой в уровень с морем, вследствие местного опускания материка.

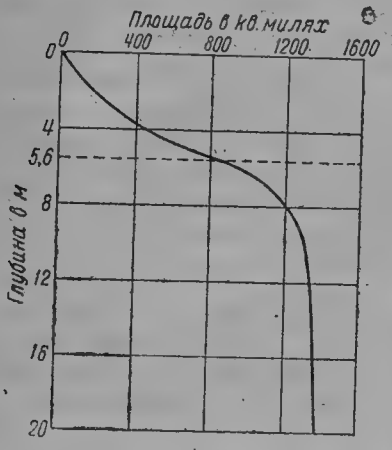


Рис. 1.

Протяжение залива по оси наибольших глубин составляет 96 миль. Средняя ширина залива 14—15 миль. На протяжении первых 30 миль, от устья реки Гыда (Хосейнто-Се) до устья р. Юрибей Гыданский, ширина залива не превышает 7—8 миль. Далее залив постепенно расширяется, достигая максимальной ширины 23—24 мили против устья р. Яру-Яга и затем, поворачивая круто к северу, вновь сужается. Наименьшая ширина этой последней части между мысом Мамонта и мысом Арканова составляет 12,5 мили. Поверхность зеркала испарения залива равна 1400 кв. миль, объем водоема по приближенным подсчетам составляет 20 млн. куб. метров. Общее протяжение берега от мыса Минина до мыса Арканова равно 235 милям. Из приведенной гипсографической кривой видно, что наибольшую площадь залива занимают глубины от 4 до 7 м. Максимальная глубина залива 23 м, средняя глубина 5,6 м. Берега залива, сложенные большей частью серыми и синими четвертичными глинами, сильно разрушаются, вследствие чего залив быстро мелеет. Правый берег залива сравнительно высок, обрывист и приглуб, тогда как левый берег низмен и отмел. На левом берегу можно явственно заметить остатки речных террас.

Залив питается множеством мелких тундровых рек и ручьев. Наиболее крупные из них—Хосейнто-Се (Гыда) и Юрибей Гыданский. Наибольшего внимания заслуживает р. Хосейнто-Се, так как Гыданский залив является как бы продолжением ее долины.

Река Хосейнто-Се извилиста и мелководна. Она берет начало из большого тундрового озера Хосейнто и в 50 км от истока расширяется, обра-

зуя речное озеро То-Нгаево. Озеро То-Нгаево, длиной около 12 км и шириной около 4 км, обладает обрывистыми отмелыми берегами, в западной части озеро разбивается на широкие мелководные протоки, разделенные низменными островами. Озеро То-Нгаево соединяется Гыданским заливом сравнительно коротким проходом Нгыда (ворота), шириной 0,5 км, с глубинами до 18 м. Река Хосейнто-Се настолько мелководна, что при низких горизонтах проход по ней трудно доступен даже для небольших местных лодок.

Из сказанного можно с уверенностью сделать вывод, что р. Хосейнто-Се в том виде, как она сейчас существует, не могла разработать ни обширной долины, превратившейся впоследствии в Гыданский залив, ни своей собственной долины.

Следовательно, ныне мелководная, почти пересыхающая р. Хосейнто-Се некогда представляла собой мощный речной поток.

Это предположение подтверждается: 1) характером берегов залива, 2) наличием вдоль всего побережья Гыданского залива большого количества старого полуистлевшего плавника в виде стволов и веток. То обстоятельство, что свежевынесенный плавник на берегах залива не встречается, как и современные сведения о поверхностных течениях в прилегающих районах со всей очевидностью говорят за то, что ни из Обской губы, ни из Енисейского залива плавник в Гыданский залив, а особенно в его южные районы, ни при каких обстоятельствах попадать не может. В то же время граница леса проходит далеко от площади водосбора Гыданского залива. Каково же в таком случае происхождение остатков плавника, которые в изобилии находим на берегах Гыданского залива?

Отвечая на этот вопрос, можно сделать только одно предположение: Гыданский залив является заброшенным устьем, старицей мощной реки, вероятней всего р. Енисея или его протока.

Вероятность этого предположения может быть подтверждена рассмотрением пространства суши, расположенного между Енисеем, Тазовской губой и Гыданским заливом. Это пространство представляет собою область обширной депрессии с отметками, очень мало отличающимися от отметок по берегам Енисея. При прохождении весеннего паводка, амплитуда которого на этом плесе равна около 18 м, воды Енисея, устремляясь через устья левобережных притоков, затопляют эту область на огромном протяжении. Обломки судов находят в нескольких десятков километрах от берега. В этот период даже такая большая река, как Турухан, течет в обратном направлении. Есть основания предполагать, что не вся масса воды возвращается в Енисей тем же путем. Из рассказов местных жителей и из осмотра прибрежной растительности установлено, что часть воды возвращается в Енисей много ниже п. Игарка, а часть иногда прорывается в р. Таз и в Тазовскую губу. Не исключена возможность таких прорывов и в Гыданский залив даже в наше время. Только возможностью таких прорывов можно объяснить появление исключительно больших паводков р. Хосейнто-Се в некоторые годы.

Сейчас мы не располагаем достаточным материалом, чтобы дать удовлетворительное объяснение причин оставления Енисеем Тазовского и Гыданского рукавов, мы можем только предположительно установить, какие перемены это событие должно было вызвать в морфологии рассматриваемых заливов. Для Гыданского залива это резкое уменьшение расхода воды создало благоприятные условия для отложения наносов, и залив начал быстро мелеть. Процесс обмеления хорошо заметен при сравнении глубин современных карт с глубинами, добытыми лейтенантом Овцыным во время Великой Северной Экспедиции, т. е. 200 лет тому назад. Последние, как правило, больше глубин современных карт на 2—3 м. Характерно, что северная суженная часть залива заметно меньше подвержена обмелению, именно там расположены максимальные глубины. Объяснение этого

явления кроется в том, что здесь в узком месте приливо-отливные и сгонно-нагонные течения выражены яснее. Если сгон наступит тотчас после большого нагона и совпадает с отливом, составляющая отливного, сгонного и постоянного стокового течений достигает 3—4 узлов.

Достоверно восстановить историю Гыданского залива станет возможным лишь тогда, когда мы будем располагать более полным картографическим, геологическим и т. п. материалом как по самому заливу, так и по прилегающим к нему районам.

Л. КУЩ

„ПЛАНШИРНЫЙ ЛАГ"

Применение так называемого „планширного лага" на гидрографических судах Главсевморпути может иметь место весьма часто при плавании во льдах, так как в этом случае пользоваться механическими лагами не представляется возможным. Кроме того, при следовании судна на малых скоростях, когда на показание механических лагов полагаться нельзя, может быть с успехом применен тот же „планширный лаг", при помощи которого судоводитель может получить скорость судна с вполне достаточной, для практических целей, точностью.

Устройство такого лага чрезвычайно просто и заключается в следующем: 1) для судов, длиной в 35 м и больше, берется расстояние на планшире в $^1/_{100}$ мили, что равно $\frac{1852}{100} = 18{,}5$ м; 2) для судов, длиной меньше указанной, берут расстояние $\frac{1852}{150} = 12{,}35$ м или $\frac{1852}{200} = 9{,}3$ м; 3) выбранное расстояние наносят при помощи рулетки на планшире на оба борта.

В начале и в конце базиса ставят отличительной краской марки; при этом следует учесть, что разбивку базиса необходимо производить там, где менее всего сказывается влияние так называемого „волнового сопротивления судна", образуемого движением судна вперед. Волнообразование (трохоидальной системы), расходящееся в стороны от корпуса судна при его движении, примерно, под углом 20° диаметральной плоскости, может искажать результаты измерений, если начало базиса взять у носового образования корпуса; так как брошенный поплавок (щепка), попав в эту волну будет отброшен несколько вперед.

Для получения скорости судна при помощи „планширного лага" поступают следующим образом:

1. Вахтенный штурман или гидрограф посылает матроса к носовой марке базиса на подветренную сторону. Последний, имея поплавок, по команде штурмана, бросает его в воду на 2—3 м. от корпуса и примерно на такое же расстояние вперед, затем с поднятой рукой стоит против носовой марки в ожидании, когда „щепка" придет на траверз марки, после чего опускает руку.

Штурман, имея наготове секундомер, в момент опускания руки пускает последний и сам переходит к кормовой марке (если последняя приходится где-либо на мостике) или посылает специальное лицо. При приходе поплавка на траверз кормовой марки штурман останавливает секундомер. Имея время в секундах, за которое судно переместилось на длину базиса, нетрудно произвести расчет для определения скорости.

Для облегчения расчета можно заранее вычислить таблицу относительно выбранного базиса.

Эта таблица рассчитывается по формуле

$$\frac{3\,600}{n \cdot x} = v,$$

где:

n — число, на которое миля уменьшена при выборе базиса,

x — наблюденное время в секундах,

v — скорость судна.

Для базиса длиной в 18,5 м формула примет вид $\frac{3600}{100 \cdot x} = v$, где отношение $\frac{3600}{100}$ есть величина постоянная для данного базиса, что значительно облегчает работу при составлении таблицы.

Приводим примерную таблицу для базиса в 18,5 м.

Таблица для определения скорости судна по планширному лагу (базис = 18,5 м)

Доли секунды \ t в секунд.	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0,0	7,2	6,0	5,1	4,5	4,0	3,6	3,3	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9
0,3	6,8	5,7	4,9	4,3	3,9	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5	6,5	5,5	4,8	4,2	3,8	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	6,2	5,3	4,6	4,1	3,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Доли секунды \ t в секунд.	20	21	22	24	26	28	30	32	36	40	45	50	60	72	90
0,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Подобные таблицы могут быть рассчитаны для любого базиса.

Определение скорости до 5 миль по „планширному лагу“ может производиться по одному наблюдению, и, в зависимости от условия плавания, необходимо доводить число наблюдений до 2—3 в течение часа, принимая в расчет среднее значение скорости.

При определении скорости свыше 5 миль от наблюдателей требуется четкая согласованность в работе, так как из самой таблицы видно, что при ошибке в 0,5 секунды ошибка в v — достигает 0,7 мили; поэтому при пользовании „планширным лагом“, при скорости свыше 5 миль, необходимо наблюдения производить в течение часа группами, имея в каждой группе 2—3 наблюдения, следующие одно за другим, выводя скорость судна из среднего значения группы наблюдений. Располагая наблюдения вышеуказанным порядком, представляется возможным исключить случайные ошибки и промахи.

При всяком изменении числа оборотов машины определения скорости повторяются.

При плавании судов в тумане в разреженных льдах, во время шторма, когда даже у крупных транспортных судов скорость не превышает 5 миль и для парусных судов в маловетрие, „планширный лаг“ может оказать незаменимую услугу судоводителю.

Применение „планширного лага“ на учебно-парусном судне „Товарищ“ в 1926—1927 гг. и в последующих его плаваниях подтверждает, что он дает достаточно точные результаты.

Необходимо отметить, что правила Регистра СССР по снабжению судов навигационными приборами (изд. 1938 г.) для всех категорий морских судов, кроме учебных, не предусматривают в снабжении ручного лага, а эксплоатационники, избегая дополнительных как денежных, так и материальных затрат, не снабжают ими суда, в результате чего судоводители в особо ответственные моменты плавания лишены возможности определять элемент счисления — скорость, так как механические лаги в этих случаях не дают показаний или применение их невозможно (плавание во льдах), ручного лага на судах нет, и только применение в этих случаях планширного лага дает судоводителю возможность решить ряд серьезных задач.

При инспекторском осмотре гидрографических судов в начале навигации этого года опрос капитанов показал, что некоторые капитаны по нужде применяли идею „планширного лага", но не в полном объеме. Базисом служил целиком корпус судна, всякое определение скорости требовало расчетов. Естественно, что скорость судна, определенная таким способом, содержала ряд ошибок, что и служило основным препятствием к широкому применению „планширного лага".

Весной 1940 г. был введен на гидрографических судах „планширный лаг", и для г/с типа „Смольный" был взят базис 1/100 мили, а для г/с „Песец" 1/150 мили. Соответственно с базисом мною были рассчитаны таблицы, которыми и снабжены суда.

Применение этого лага в первых рейсах, по отзывам капитанов г/с „Полярник" и г/с „Норд", дали хорошие результаты.

В заключение надо указать капитанам гидрографических судов Главсевморпути на широкое внедрение „планширного лага" с тем, чтобы развить навыки у наблюдателей, а также иметь предварительную реальную оценку показаниям этого лага для того, чтобы к результатам определения по этому способу отнестись с критической оценкой.

От редакции. По сообщению И. М. Рогачева, в гидрографической экспедиции на л/п „Малыгин" в 1935 г., при плавании во льдах, помимо определений скорости хода с помощью поплавков, одновременно отсчитывались и обороты гребного винта в 1 минуту. Свыше 100 отдельных наблюдений при разных оборотах были использованы для построения кривой связи скорости хода и числа оборотов винта. При этом была сделана попытка расчленить данные и соответственно осадкам корабля—легкой WL, средней WL и тяжелой WL вывести три независимых кривых скорости.

В процессе обработки было установлено, что для такого корабля, как „Малыгин", изменение осадки на скорость существенно не сказывается, почему и была выведена одна кривая.

При достаточном количестве одновременных определений скорости хода и числа оборотов винта при разных скоростях можно для каждого корабля вывести достаточно верные кривые связи, и тогда при плавании во льдах или в других случаях отпадает надобность определять скорость корабля, тем или иным способом.

Останется лишь от времени до времени считать число оборотов винта в 1 минуту и снимать с кривой соответствующую скорость.

С. А. БУЗО

ЦИРКУЛЬ-КООРДИНАТОР

Составление, а частично и корректура морских навигационных карт требует нанесения на карты значительного количества отдельных точек, к числу которых чаще всего относятся точки, полученные при промере глубин, положение которых на карте определяется их координатами.

Нанесение этих точек производится в настоящее время либо с помощью циркуля, либо с помощью параллельной линейки, либо с помощью того и другого инструментов.

Как производится эта работа, известно; однако здесь уместно будет припомнить некоторые из применяемых при этой работе приемов.

Прежде всего нанесение точек по их координатам производится с помощью параллельной линейки.

Предположим, что необходимо нанести на карту какую-то точку с координами φ и λ. Для этого отыскиваем ближайший по значению к заданной долготе нашей точки меридиан, проложенный на карте. Чаще всего он бывает равен кратному числу градусов или минут. Взяв линию этого меридиана за основу, прикладываем к ней параллельную линейку так, чтобы срез линейки совпал с линией меридиана. После этого отыскиваем на верхней или нижней рамке карты меридиан заданной точки. Наметив

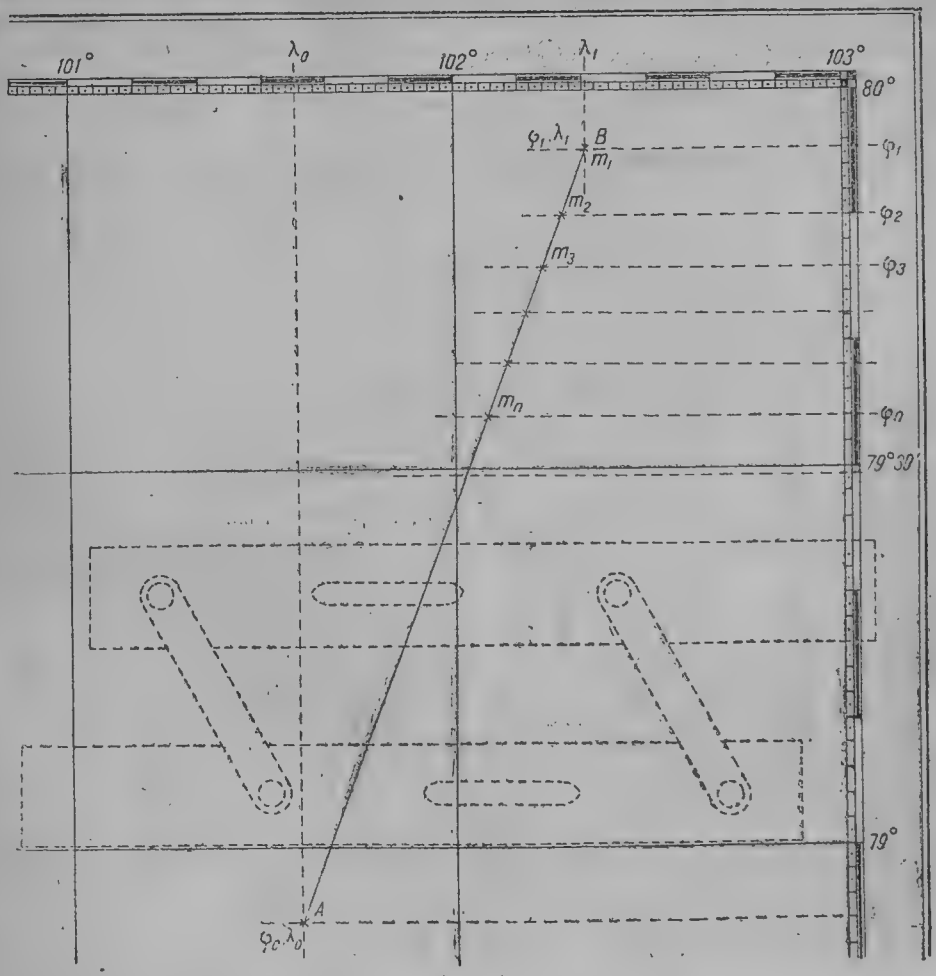


Рис. 1.

эту точку, раздвигаем линейку так, чтобы второй срез ее пришелся на эту точку. После этого остро отточенным карандашом проводим линию. Для нанесения широты поступаем точно так же, но здесь за основу берем ближайшую параллель. Установив срез линейки на требуемой точке по вертикальной рамке, проводим вторую линию. В пересечении обеих линий получаем искомое место заданной точки.

Для того чтобы при нанесении большого количества точек не раздвигать линейку часто, наносят сначала либо одни широты точек, а затем долготы их, либо наоборот, получая в пересечении ряд точек. Работу эту надо производить с большой тщательностью, так как малейшая ошибка в нанесении одной линии распространяется и на другие. Таким образом, способ этот не точен и требует много времени.

Нам известен и другой способ нанесения точек с помощью параллельной линейки, который в значительной степени увеличивает скорость работ.

Способ этот состоит в следующем. Как известно, судно, производящее промер, движется прямолинейными галсами. Если мы имеем координаты начала и конца галса и отметим их точками на карте, то достаточно соединить эти точки прямой линией, чтобы получить на карте весь галс. Эта линия есть не что иное, как линия точек пересечения меридианов и параллелей на линии движения судна. Каждой такой точке, следовательно, соответствуют три положения, в то время как для определения местоположе-

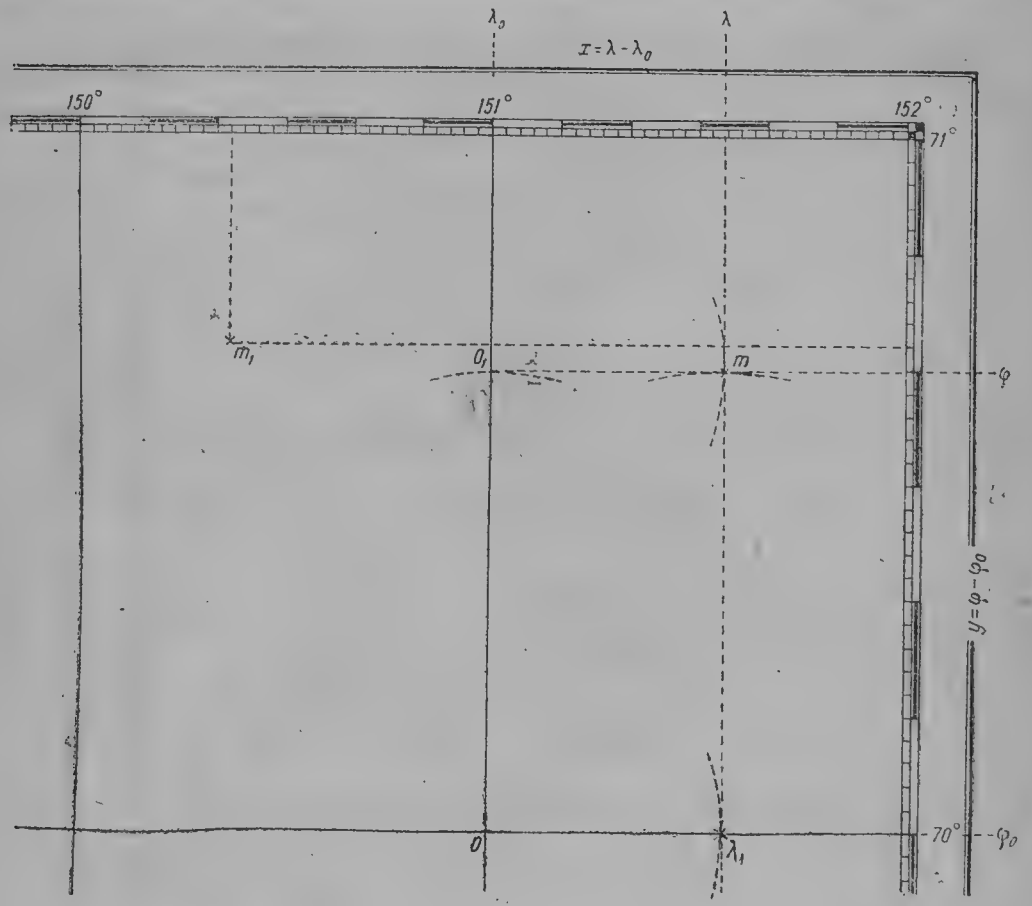


Рис. 2.

ния точек вообще достаточно только двух линий. Таким образом, мы можем обойтись без одной какой-то линии из этих трех.

Какую же из линий положения можно отбросить? Если отбросим линию галса, то мы ничего не выиграем, так как останутся, как и при первом способе, те же две линии широты и долготы. Необходимо, следовательно, отбросить либо линию широты, либо линию долготы. Вопрос этот разрешается следующим образом.

Наносятся на карту (см. рис. 1) начальная (φ_0, λ_0) и конечная (φ_1, λ_1) точки намеченного галса. Точки эти соединяются между собой прямой линией (*AB*). Если угол между этой линией и меридианом не больше 90°, то далее проводятся только линии широт точек (как на рис. 2), если больше — долгот. Это вызывается необходимостью уменьшить графические ошибки, которые в противном случае могут быть ощутительны.

Всегда ли применим этот способ и какова его точность?

Из приведенного примера видно, что для применения этого способа необходимо иметь достаточно прямолинейный галс. В действительности же такие галсы бывают не всегда, и чаще всего при промере они располагаются ломаными линиями, и проложение их с помощью линейки может повести к тем или иным погрешностям.

Третий способ состоит в нанесении точек с помощью циркуля путем отложения их по вертикальной и горизонтальной рамкам.

Предположим, что мы имеем карту, на которую требуется нанести некоторую точку m (рис. 2).

Намечаем начальный меридиан и параллель, или иначе говоря, выбираем начало координат O. Затем на вертикальной рамке циркулем откладывается длина линии, равная $\varphi\ \varphi_0$, где φ широта точки и φ_0 начальная параллель. Длина этой линии переносится в начало координат O и откладывается по линии меридиана λ_0. Получаем точку O_1. Затем по горизонтальной рамке карты циркулем откладывается длина линии, равная $\lambda\ \lambda_0$, где λ_0 начальный меридиан, а λ меридиан точки, и переносится в начало координат O, где откладывается по параллели. Получаем место точки λ_1. Из точек, полученных на меридиане O_1 и параллели λ_1 радиусами, равными: в первом случае $\lambda_1\ m$ из точки λ_1, а во втором $O\lambda_1$ из точки O_1, делаем засечки, получая в пересечении точку m. Этот способ выгодно отличается от способа параллельной линейки своей точностью, но, однако, требует больше времени.

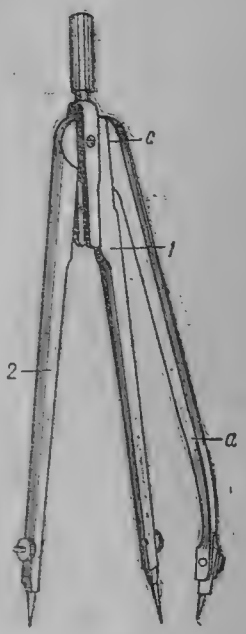


Рис. 3.

Наконец, последний способ основан на применении параллельной линейки вместе с циркулем.

При этом способе параллельной линейкой наносится одна линия положения: широта или долгота точки, и циркулем по этой линии откладывается линия равная $\lambda\ \lambda_0$ или $\varphi\ \varphi_0$.

Линейка устанавливается параллельно меридиану на выбранной точке долготы. Затем от начальной параллели откладывается по вертикальной рамке циркулем длина линии, равная $\varphi\ \varphi_0$ и затем переносится к срезу линейки. Одна ножка циркуля ставится в точку пересечения среза линейки и параллели, другая накалывает требуемую координатную точку.

Какой из перечисленных способов является наивыгоднейшим, — судить трудно; все зависит от сноровки и степени освоения данного способа лицом, его применяющим. Если судить по точности, то наибольшей точностью обладает третий способ (циркуля).

В процессе применения на практике всех трех способов мы пришли к выводу о желательности дать работнику такой простой и дешевый инструмент, который, устраняя недостатки перечисленных способов, в то же время позволял бы работы эти вести во много раз быстрее и с большей точностью.

Этим требованиям вполне увовлетворяет предлагаемый нами ниже циркуль-координатор, изображенный на рис. 3.

Циркуль-координатор представляет собой несколько видоизмененный рычажный циркуль. Циркуль-координатор состоит из трех ножек с несколько иной комбинацией их расположения, чем у трехногого циркуля, применяемого в топографии для складывания точек.

Как видно из рисунка и плана расположения ножек, раствор ножек *1—2* составляет с раствором ножек *a—1* прямой угол. Благодаря такому

расположению ножек, одним уколом наносится точка, требующая для нанесения ее обычным циркулем четырех операций.

Работа с циркулем-координатором производится следующим образом: намечается начало координат *O*; растворяются ножки *a—1* по горизонтальной рамке, а ножки *1—2* — по вертикальной рамке, как это указано на рис. 4 пунктирами. После этого переносим ножку *2* в начало координат, а ножку *1*—на линию меридиана, после чего делаем ножкой *a* укол.

Пример.

Требуется нанести точку с координатами $\varphi = 78°\,46',2$, $\lambda = 125°\,26'$.

Меридианы проведены через 1°, параллели — через 30′. Ближайший к долготе точки меридиан λ_0, проведенный на карте, равен 125°, ближай-

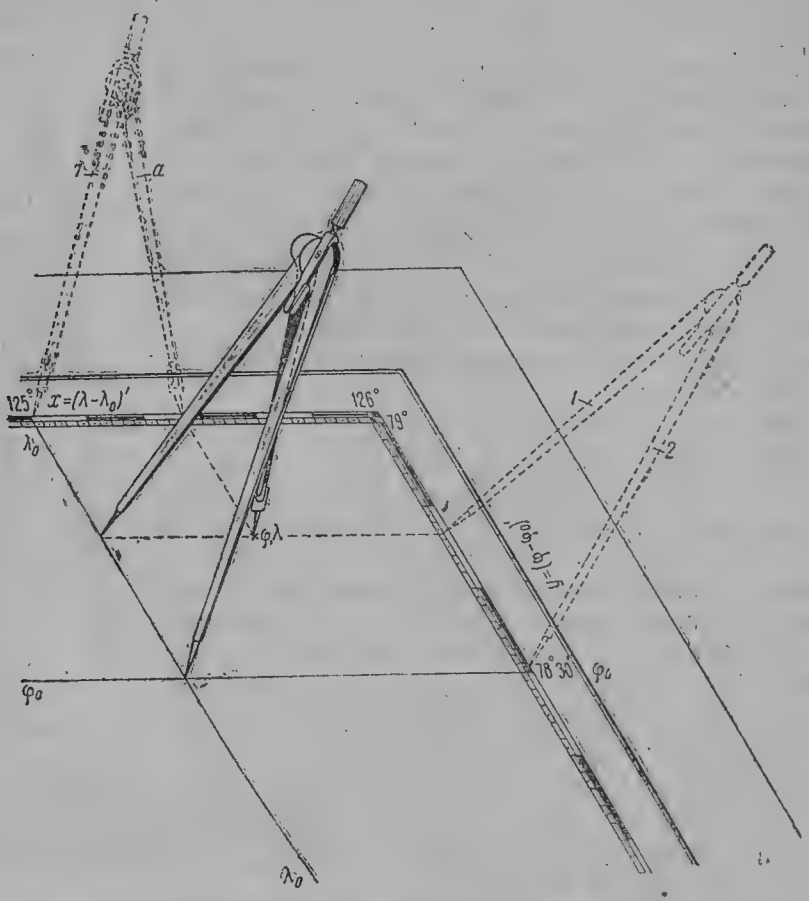


Рис. 4.

шая параллель $\varphi_0 = 78°30'$. Следовательно, начало координат *O* находится в пересечении этих линий. Откладываем величины долготы $x = (\lambda - \lambda_0)' = 125°26' - 125°00' = 26'$ и широты $y = (\varphi - \varphi_0)' = 78°46',2 - 78°30' = 16'2$.

Устанавливаем ножки *a—1* на величину *x*, равную 26′ по горизонтальной рамке, ножки *1—2*, — на величину, равную 16′2 по вертикальной рамке. Установка готова.

Поставив ножку *2* в начало координат *O* и сделав приведение ножки *1* на линию меридиана, находим искомую точку в месте укола ножки *a*.

Как видно из чертежа, циркуль-координатор может откладывать точки, лежащие от начального меридиана вправо.

При работе с прибором могут возникнуть следующие вопросы: как наносить точки, лежащие от начального меридиана влево? Как нанести

точку, лежащую ниже начальной параллели? Как поступать в том случае, если раствора ножек циркуля-координатора нехватает?

В каждом таком случае представляются два выхода.

Первый выход — провести добавочные параллели и меридианы и поступать дальше так, как описано выше.

Второй выход — повернуть циркуль-координатор на 180° и откладывать приращения широт $\Delta\varphi$ не снизу вверх, а сверху вниз. Приращения долгот $\Delta\lambda$ берутся так же, как и в первом случае.

Как видно из описания и рисунков, циркуль-координатор значительно сокращает время работы и упрощает ее.

БИБЛИОГРАФИЯ

СРЕДНИЙ МОМЕНТ В АЭРО-АСТРОНОМИИ

В отделе библиографии журнала „U. S. N. J. Proceeding" за сентябрь 1939 г. помещена заметка американского военного моряка Спарк: „Средний момент в аэроастрономии". Автор обращает внимание на тот факт, что для получения надежной обсервации аэронавигатору приходится брать от 8 до 10 высот и что получение среднего момента наблюдений, несмотря на свою простоту, может дать ошибку—просчет, который сильно исказит конечный результат вычислений. Чрезвычайно заманчивым явилась бы возможность принимать за средний момент всех наблюдений только среднее из первого и последнего момента получения высот. Этот прием, однако, может оправдать себя только при соблюдении условия, что промежутки между моментами взятия отдельных высот, по возможности, будут равны между собой. Исходя из этих соображений, Спарк предлагает следующую методику наблюдений:

1. В момент получения первой высоты пустить секундомер.
2. Записать высоту и, выждав, когда стрелка секундомера подойдет к отсчету 15″, навести секстан на светило.
3. Считать про себя до 15, после чего взять вторую высоту.
4. Записать вторую высоту и, когда стрелка секундомера подойдет к отсчету в 45″, снова навести секстан на светило.
5. Считать про себя до 15, после чего взять третью высоту и т. д. В момент получения последней высоты остановить секундомер и заметить время по хронометру. Так как промежутки времени между получением отдельных высот будут весьма близки к 30 секундам, средний момент наблюдений будет равен замеченному времени по хронометру минус половина показаний секундомера.

Методика наблюдений, предложенная Спарком, с успехом может быть применена и при навигационных астроопределениях, причем опытному штурману промежутки между получением отдельных высот легко можно будет сократить с 30 до 15 и даже 10 секунд, что значительно ускорит весь цикл наблюдений.

Н. Алексеев.

О СТАТЬЕ АКАДЕМИКА А. Н. КРЫЛОВА „ВОЗМУЩЕНИЯ ПОКАЗАНИЙ КОМПАСА, ПРОИСХОДЯЩИЕ ОТ КАЧКИ КОРАБЛЯ НА ВОЛНЕНИИ"

В „Известиях Военно-морской академии РКВМФ им. тов. Ворошилова" (вып. 2, Л., 1939) помещена статья заслуженного деятеля науки и техники акад. А. Н. Крылова под наименованием: „Возмущения показаний компаса, происходящие от качки корабля на волнении".

В названном труде автор рассматривает колебания картушки магнитного компаса, вызываемые только механическими причинами, которые до сих пор с достаточной полнотой освещены не были.

Кроме подробного математического анализа, в этом труде приводятся и практические предложения, выполнение которых будет способствовать наилучшей работе магнитного компаса на корабле. Одним из этих предложений является вопрос об уравновешении картушки. Если механическое уравновешение производится лишь в лабораторных условиях, после поделки картушки, и практически не будет нарушаться (при условии сохранения центра тяжести), то магнитное уравновешение (в зависимости от того, в какой магнитной широте произведено это уравнение) с изменением магнитной широты будет нарушаться. Последнее условие является весьма существенным в арктических морях, поэтому картушки необходимо, как правило, подвергать дополнительному магнитному уравновешению.

Акад. А. Н. Крылов указывает, что после производства механического и магнитного уравновешений картушки должно быть достигнуто следующее условие:

$$MH \operatorname{tg} i + p_1 l_1 = 0,$$

где M — магнитный момент картушки,
H — горизонтальная составляющая магнитного поля земли,
i — магнитное наклонение в данном месте,
p_1 — грузик на плече,
l — (по линии NS).

Для практического осуществления указанного уравновешения ниже приводится выписка из труда акад. А. Н. Крылова: „В настоящее время к каждому компасу изготовления мастерских Главного гидрографического Управления прилагается дефлектор де-Колонга и картушка Штемпеля с качающимися стрелками; этими приборами и надо воспользоваться.

Свезти компас на берег, установить на треноге, заменить картушку картушкой Штемпеля, поставить дефлектор, измерить вертикальную силу, переменить картушку на обыкновенную и, оставив магнит дефлектора на этом отсчете, который ему придан при измерении вертикальной силы, поставить его на компас—вертикальная сила будет уничтожена дефлектором. Если при этом диаметр *NS* картушки сохранит горизонтальное положение, ее уравновешение правильное; если диаметр *NS* примет наклонное положение—неправильное; тогда, перемещая добавочный грузик или наклеивая кусочки воска по диаметру *NS*, довести уравновешение до правильного".

В конце статьи автор приходит к выводу, что для исключения возмущений картушки, происходящих от качки корабля, картушка должна быть соответственно переделана или создана новая, при этом предлагается создать сферическую картушку с успокоительными цистернами.

Для работников Главсевморпути (гидрографов, судоводителей, девиаторов и магнитологов) статья акад. Крылова имеет весьма важное значение, вследствие чего нельзя не рекомендовать обратить на нее серьезное внимание.

И. Рогачев.

Архангельская Областная БИБЛИОТЕКА им. Н. А. Добролюбова

[1] В северных широтах, где угол $i > 0$ (наклон к N), грузик располагается между центром системы и точкою S.

Ответственный редактор *К. С. Галанин.*

Тираж 700 экз. Подписано к печати 31 марта 1941 г. М 36339. 6¼ печ. л. 10 уч.-авт. л.
58 000 типогр. зн. в печ. л. Зак. № 63. Цена 6 руб.

2-я фабрика детской книги Детиздата ЦК ВЛКСМ. Ленинград, 2 Советская, 7.

Цена 6 руб.